

**Modélisation 2017 de la génération de biogaz au LET de Lachenaie – Rev.01**

Projet n° 7806.004

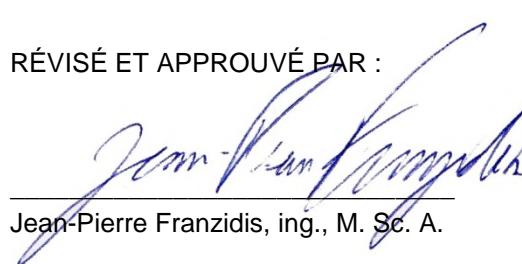
Présenté à :



RÉDIGÉ PAR :

  
Daniel Lagos, ing., M. Env.

RÉVISÉ ET APPROUVÉ PAR :

  
Jean-Pierre Franzidis, ing., M. Sc. A.

15 mai 2018

**TABLE DES MATIÈRES**

1	INTRODUCTION .....	3
2	MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION.....	3
2.1	Données réelles de génération de biogaz .....	3
2.2	Données d'enfouissement .....	4
2.3	Modèle de génération de biogaz.....	5
2.4	Optimisation des variables.....	6
2.5	Scénario de modélisation.....	6
2.6	Choix des plages d'optimisation pour $k$ et $L_0$ .....	7
2.6.1	Valeurs de $k$ .....	7
2.6.2	Valeurs de $L_0$ .....	8
2.7	Choix des sous-périodes de modélisation .....	9
2.8	Choix des fractions de DDR et de DDL .....	9
3	RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	10
3.1	Modélisation par secteur.....	10
3.2	Modélisation globale .....	13
3.3	Torchères.....	14
3.4	Discussion.....	15
4	CONCLUSION.....	16

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Efficacités de captage globales .....	4
Tableau 2 : Division des matières résiduelles à partir de l'étude de WSP – Projection 2012 .....	5
Tableau 3 : Division des matières résiduelles à partir de l'étude de WSP – Projection 2025 .....	5
Tableau 4 : Paramètres du scénario de modélisation .....	7
Tableau 5 : Plages de $k$ recommandées par le GIEC selon le climat et la nature de la MR .....	7
Tableau 6 : Plages de $L_0$ recommandées par le GIEC selon le type de MR .....	8
Tableau 7 : Plages d'optimisation pour la fraction de DDR .....	9
Tableau 8 : Variables optimisées par secteur .....	13
Tableau 9 : Nombre des torchères nécessaires.....	15

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Modélisation secteur 1 .....	10
Figure 2 : Modélisation secteur 2 .....	10
Figure 3 : Modélisation secteur 3 .....	11
Figure 4 : Modélisation secteur 4A .....	11
Figure 5 : Modélisation secteur 4B .....	12
Figure 6 : Modélisation secteur 4C .....	12
Figure 7 : Modélisation globale du LET .....	14

**ANNEXES**

- Annexe I : Données réelles de captage
- Annexe II : Tonnages d'enfouissement annuels par secteur et fractions de putrescibles
- Annexe III : Résultats de la génération de biogaz
- Annexe IV : Évolution du ratio CRD-amiante/MR domestiques
- Annexe V : WSP Note technique 171-00481-00

**LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES**

BTU	<i>British thermal unit</i>
CA	Certificat d'autorisation
CEC	Complexe Enviro Connexion
CH <sub>4</sub>	Méthane
COD	Carbone organique dégradable
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CRD	Résidus de construction, de rénovation et de démolition
DDL	Déchets à dégradation lente
DDR	Déchets à dégradation rapide
F <sub>n</sub> <sub>DDR</sub>	fraction DDR pour la sous-période n
g	Gramme
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
k	Constante cinétique de dégradation
L <sub>0</sub>	Potentiel de génération de méthane
LandGEM	<i>Landfill Gas Emissions Model</i>
LET	Lieu d'enfouissement technique
M	Mega (10 <sup>6</sup> )
m <sup>3</sup>	Mètre cube
MDDELCC	Ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Mg	Méga gramme (10 <sup>6</sup> grammes)
MR	Matière résiduelle
PAM	Précipitation moyenne annuelle
PET	Potentiel d'évapotranspiration
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
PMGMR	Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles
PPMV	Parties par million (volumique)
Q	Débit volumique
SMC	Somme des moindres carrés
TAM	Température annuelle moyenne
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
% MO	Pourcentage de matière organique génératrice de biogaz
% v/v	Concentration volumique

## 1 INTRODUCTION

Le Complexe Enviro Connexion (CEC) a mandaté Biothermica Technologies in. (Biothermica) afin de réaliser une modélisation du débit de biogaz généré par le lieu d'enfouissement technique (LET) de Lachenaie. Cette modélisation servira par la suite à estimer les émissions atmosphériques du LET. La modélisation a été réalisée à l'aide de l'équation de LandGEM pour chacun des quatre secteurs du LET, soit les secteurs 1 à 3, 4A, 4B et 4C.

L'équation du *Landfill Gas Emissions Model* (LandGEM) a été adaptée pour accepter deux (2) types de matières résiduelles (MR), soit les déchets à dégradation rapide (DDR) tels que ordures ménagères et les boues municipales, les déchets à dégradation lente (DDL) tel que le bois, le papier, le carton et le textile. De plus, la période de modélisation a été divisée en trois (3) sous-périodes, soit de 1982 à 2005, de 2006 à 2011 et de 2012 à 2040. La division en sous-période se base sur le comportement de la courbe réelle de génération de biogaz qui s'étale entre 1996 et 2017. Le modèle génère ainsi les valeurs optimisées suivantes pour chaque secteur : une (1) valeur de la constante cinétique de dégradation ( $k$ ) pour les DDR ; une (1) valeur du potentiel de génération de méthane ( $L_0$ ) pour les DDR ; une (1) valeur de  $k$  pour les DDL ; une (1) valeur de  $L_0$  pour les DDL ; une (1) valeur de la fraction de DDR pour la sous-période 1 ( $f_{1_{DDR}}$ ) ; une (1) valeur de la fraction de DDR pour la sous-période 2 ( $f_{2_{DDR}}$ ) ; et une (1) valeur de la fraction de DDR pour la sous-période 3 ( $f_{3_{DDR}}$ ). Ces valeurs sont validées par la littérature scientifique, les conditions d'opération du LET de Lachenaie et les tendances d'enfouissement au Québec.

## 2 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION<sup>1,2</sup>

### 2.1 Données réelles de génération de biogaz

Les données réelles de génération totale ont été calculées avec l'efficacité de captage globale et les données réelles de captage total du LET. Ces dernières s'étalent entre 1996 et 2017 et sont présentées à l'annexe I. Entre 1996 et 2009, une efficacité de captage de 90% a été choisie. L'évaluation de l'efficacité de captage n'a pas été réalisée pour cette période, mais ce choix semble réaliste, voire conservateur, vu la qualité des opérations de captage de biogaz et les résultats du suivi environnemental. Après 2017, l'effet d'une variation de l'efficacité de captage d'année en année entre 1996 et 2009 sur les projections de génération modélisée est négligeable. Cette incertitude est atténuée par l'éloignement de cette période et par la méthodologie d'optimisation présentée dans cette section. Entre 2010 et 2016, les efficacités de captage ont été tirées du rapport « Analyse comparative des évaluations de l'efficacité de captage du LET de Lachenaie de 2003 et de 2017 » de Biothermica en date du 29 août 2017. Pour 2017, une efficacité de captage identique à 2016 a été utilisée. Le tableau 1 montre les efficacités de captages utilisées.

<sup>1</sup> Lagos, D.A., et al. Optimization of a landfill gas collection shutdown based on an adapted first-order decay model. *Waste Management* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.012>

<sup>2</sup> Lagos, D.A. (2014). Optimisation du modèle de génération de méthane au lieu d'enfouissement du Complexe environnemental de Saint-Michel. Mémoire de maîtrise en gestion de l'environnement. Université de Sherbrooke, Longueuil, Québec, 80 p.

**Tableau 1 : Efficacités de captage globales**

Année	Efficacité de captage (%)	Année	Efficacité de captage (%)	Année	Efficacité de captage (%)
1996	90,0	2003	90,0	2010	91,9
1997	90,0	2004	90,0	2011	92,6
1998	90,0	2005	90,0	2012	93,8
1999	90,0	2006	90,0	2013	95,3
2000	90,0	2007	90,0	2014	94,5
2001	90,0	2008	90,0	2015	93,2
2002	90,0	2009	90,0	2016	92,0
				2017	92,0

## 2.2 Données d'enfouissement

Les tonnages d'enfouissement annuels par secteur entre l'ouverture du LET en 1982 et 2017 ont été fournis par CEC. Les tonnages d'enfouissement entre 2018 et 2028 ont été estimés comme égaux à ceux permis par le certificat d'autorisation (CA) avec une diminution de 5 000 tonnes par année.

Les pourcentages de matière organique génératrice de biogaz (% MO) ont été pris de deux (2) sources différentes présentées ci-après. Les % MO de quatre (4) années repères ont été choisis au cours de la vie d'enfouissement du LET de Lachenaie, soit 1982, 2000, 2012 et 2015. Une diminution proportionnelle a été appliquée par la suite entre chaque année repère.

Pour l'année 1982, étant donné le manque de caractérisation des matières résiduelles dans ces années, un % MO éliminé de 70% a été posé.

Pour l'année 2000, l'étude de caractérisation du MDDELCC<sup>3</sup> a permis de déterminer un % MO éliminé de 62,3 %. Les campagnes d'échantillonnage de cette étude se sont déroulées entre l'été 1999 et le printemps 2000.

Pour les années 2012 et 2025, à l'échelle de la communauté métropolitaine de Montréal (CMM), le plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR) vise une récupération de 60% des matières organiques génératrices de biogaz en 2025. L'étude d'impact de WSP<sup>4</sup> en date de février 2018 considère ces objectifs lors de son analyse des projections actuelles (2012) et projetées (2025) des matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies sur le territoire de la CMM. Cette étude est présentée à l'annexe V. Selon le scénario de récupération de 50% en 2025, cette étude a permis de déterminer un % MO de 62,1% et de 60,3% pour les années 2012 et 2025 respectivement comme présenté aux tableaux 2 et 3.

Pour les années 2026 à 2028, le même % MO de 2025 a été repris.

Les tonnages d'enfouissement annuels par secteur ainsi que les % MO sont présentés à l'annexe II.

<sup>3</sup> Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2000). *Caractérisation des matières résiduelles au Québec*. Québec, MDDELCC.

<sup>4</sup> Note technique, n° de projet : 171-00481-00, Proportion actuelle (2012) et projetée (2025) des matières résiduelles génératrices de biogaz (boues incluses) dans les matières résiduelles totales enfouies par habitant, territoire de la CMM – Version 2. 20 février 2018

**Tableau 2 : Division des matières résiduelles à partir de l'étude de WSP – Projection 2012**

2012	MR totales		MO génératrices de biogaz			
	% MO	% Inerte	% DDR	% DDL	% DDR (base de 100%)	% DDL (base de 100%)
Matières recyclables (Verre, métal, plastique)	-	13,4	-	-	-	-
Matières recyclables (papier, carton)	15,1	-	-	15,1	-	24,3
Matières organiques sans boues	37,0	-	37,0	-	59,6	-
Bues enfouies	2,4	-	2,4	-	3,9	-
Autres (CRD, encombrants, RDD, etc.)(sauf textiles, bois d'œuvre et de construction)	-	24,5	-	-	-	-
Autres (bois d'œuvre et de construction)	6,3	-	-	6,3	-	10,1
Autres (Textiles)	1,3	-	-	1,3	-	2,1
<b>Sous-total (%)</b>	<b>62,1</b>	<b>37,9</b>	<b>39,4</b>	<b>22,7</b>	<b>63,4</b>	<b>36,6</b>
<b>Total (%)</b>	<b>100,0</b>		<b>62,1</b>		<b>100,0</b>	

**Tableau 3 : Division des matières résiduelles à partir de l'étude de WSP – Projection 2025**

2025	MR totales		MO génératrices de biogaz			
	% MO	% Inerte	% DDR	% DDL	% DDR (base de 100%)	% DDL (base de 100%)
Matières recyclables (Verre, métal, plastique)	-	9,7	-	-	-	-
Matières recyclables (papier, carton)	17,1	-	-	17,1	-	28,4
Matières organiques sans boues	31,3	-	31,3	-	51,9	-
Bues enfouies	2,7	-	2,7	-	4,5	-
Autres (CRD, encombrants, RDD, etc.)(sauf textiles, bois d'œuvre et de construction)	-	30,1	-	-	-	-
Autres (bois d'œuvre et de construction)	8,2	-	-	8,2	-	13,6
Autres (Textiles)	1,0	-	-	1,0	-	1,7
<b>Sous-total (%)</b>	<b>60,3</b>	<b>39,8</b>	<b>34,0</b>	<b>26,3</b>	<b>56,4</b>	<b>43,6</b>
<b>Total (%)</b>	<b>100,1</b>		<b>60,3</b>		<b>100,0</b>	

### 2.3 Modèle de génération de biogaz

Le modèle utilisé dans cette étude est LandGEM. Il a été développé par la *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) dans le but d'estimer les taux d'émission des polluants gazeux générés dans les LES aux États-Unis. Il estime la quantité de  $\text{CH}_4$  généré selon une décomposition de premier ordre de la MR enfouie. Le modèle est bâti sur des incrémentations de dixième d'année à la fois. Le modèle, sous sa forme de double sommation, est représenté par l'équation 1.

$$Q_{CH_4n} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 k L_0 \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{i,j}} \quad (1)$$

où

$Q_{CH_4}$  = génération annuelle de  $CH_4$  après  $n$  années ( $m^3/an$ )

$k$  = constante de génération de méthane ( $an^{-1}$ )

$L_0$  = potentiel de génération de méthane ( $m^3/Mg$ )

$M_i$  = quantité de MR enfouie à l'année  $i$  ( $Mg$ )

$t_{ij}$  = âge de la  $j^e$  section de MR enfouie à la  $i^e$  année (années décimales)

$i$  = incrément de 1 an

$j$  = incrément de 0.1 an

$n$  = nombre d'années calculées (année de calcul - année initiale d'acceptation de MR enfouies)

Pour trouver la quantité de  $CH_4$  générée à l'année  $T$ , le modèle divise premièrement la MR enfouie en dix fractions égales. Deuxièmement, il effectue dix itérations au cours desquelles chaque dixième de MR enfouie est multipliée par le taux de décomposition et par le potentiel de génération de  $CH_4$ . Enfin, il ajoute la quantité de  $CH_4$  généré entre l'année  $T-n$  et  $T-1$ . Cette double sommation considère la MR enfouie à l'année  $T$  comme celle ayant été accumulée pendant l'année  $T-1$ . Donc la première année d'enfouissement donne une production de  $CH_4$  nulle.

Les débits de génération modélisée de  $CH_4$  ont été transformés en débits de biogaz en utilisant une fraction de  $CH_4$  de 56,99%.

## 2.4 Optimisation des variables

La modélisation a été réalisée à l'aide d'une optimisation des variables par la réduction de la somme des moindres carrés (SMC) entre les données modélisées et les données réelles de génération. Cette méthode évalue l'écart global entre les valeurs modélisées de génération de biogaz et les valeurs réelles selon l'équation 2.

$$SMC = \sum_{i=1}^n (y_{m,i} - y_{r,i})^2 \quad (2)$$

où

$y_m$  = valeur modélisée

$y_r$  = valeur réelle ou mesurée

$n$  = nombre de valeurs

La SMC a été optimisée par l'outil Solver d'Excel selon un algorithme GRG non linéaire. Celui-ci minimise la valeur de la SMC en réalisant des itérations sur les valeurs des variables du modèle. Ces itérations se font en dedans d'une plage d'optimisation spécifiquement choisie pour chaque variable. Les optimums des variables correspondent aux valeurs trouvées qui donnent une SMC la plus basse possible. Selon la nature quadratique des équations résolues, il ne peut avoir qu'un seul optimum pour chacune des variables et une seule valeur minimisée pour la SMC.

## 2.5 Scénario de modélisation

Le scénario de modélisation choisi pour cette étude correspond à une modélisation à sept (7) variables. Sa caractéristique principale est la séparation des MR enfouies en deux catégories, soit les DDR et les

DDL. Il considère ainsi, une valeur de  $k$  et de  $L_0$  pour les DDR et une autre valeur de  $k$  et de  $L_0$  pour les DDL. De plus, il estime une valeur de la fraction de DDR enfouie pour chacune des trois (3) sous périodes. Le tableau 4 montre les paramètres du scénario étudié.

**Tableau 4 : Paramètres du scénario de modélisation**

Nombre de variables optimisées	$k$ (an <sup>-1</sup> )	$L_0$ (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg)	Fraction de DDR	Fraction de DDL	Sous-période
7	k <sub>DDR</sub> et k <sub>DDL</sub>	L <sub>0 DDR</sub> et L <sub>0 DDL</sub>	f1 <sub>DDR</sub>	1 - f1 <sub>DDR</sub>	1982-2005
			f2 <sub>DDR</sub>	1 - f1 <sub>DDR</sub>	2006-2011
			f3 <sub>DDR</sub>	1 - f1 <sub>DDR</sub>	2012-2028

## 2.6 Choix des plages d'optimisation pour $k$ et $L_0$

Les plages d'optimisation de  $L_0$  et de  $k$  ont été choisies pour permettre une modélisation réaliste et robuste. Les publications qui ont permis de déterminer les limites des plages de paramètre proviennent du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les valeurs de ces variables dépendent principalement du climat où se trouve le LET ainsi que de la nature des MR enfouies à travers les années.

### 2.6.1 Valeurs de $k$

Le GIEC recommande différentes plages pour  $k$  selon le climat régional et la nature de la MR, comme le montre le tableau 5. Les catégories du climat régional sont dans un premier temps séparées en climat boréal-tempéré et en climat tropical. Cette distinction est faite par le GIEC selon la température annuelle moyenne (TAM) de la région. La prochaine sous-section du tableau est divisée selon l'humidité de la région. Cette dernière est calculée selon la précipitation moyenne annuelle (PAM) et le potentiel d'évapotranspiration (PET) de la région.

**Tableau 5 : Plages de  $k$  recommandées par le GIEC<sup>5</sup> selon le climat et la nature de la MR**

		Climat régional			
		Boréal et tempéré		Tropical	
		Sec	Humide	Humide	Très Humide
Vitesse de dégradation	Nature du déchet	Plage de $k$ (an <sup>-1</sup> )			
Lente	Papier et textile	0,030 – 0,050	0,050 – 0,070	0,040 – 0,060	0,060 – 0,085
	Bois et paille	0,010 – 0,030	0,020 – 0,040	0,020 – 0,040	0,030 – 0,050
Modérée	Rebuts de jardin et autres putrescibles	0,040 – 0,060	0,060 – 0,100	0,050 – 0,080	0,150 – 0,200
	MR municipales	0,040 – 0,060	0,080 – 0,100	0,050 – 0,080	0,150 – 0,200
	MR industrielles	0,040 – 0,060	0,080 – 0,100	0,050 – 0,080	0,150 – 0,200
Rapide	Nourriture et boues municipales	0,050 – 0,080	0,100 – 0,200	0,070 – 0,100	0,170 – 0,700

Les différents indicateurs présentés dans le paragraphe précédent ont été estimés par Lagos D.A. (2014)<sup>6</sup> pour le cas de Montréal au cours des 30 dernières années avant 2014. Le ratio PAM/PET étant égal à

<sup>5</sup> Intergovernmental panel on climate change (IPCC) (2006a). 2006 GIEC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Waste, Chapter 3, Solid Waste Disposal. In Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Site GIEC. <http://www.ipcc-nccc.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html> (page consultée le 14 mars 2018).

<sup>6</sup> Lagos, D.A. (2014). Optimisation du modèle de génération de méthane au lieu d'enfouissement du Complexe environnemental de Saint-Michel. Mémoire de maîtrise en gestion de l'environnement. Université de Sherbrooke, Longueuil, Québec, 80 p.

993 mm/560 mm = 1,8, l'arbre décisionnel du GIEC indique que les plages des valeurs de  $k$  pour un LET dans la région de Montréal devraient s'approcher de celles recommandées pour un climat Boréal-Tempéré avec des conditions humides. Cependant, des études récentes suggèrent que certaines valeurs de  $k$  recommandées par le GIEC devraient être révisées à la hausse. En effet, De la Cruz et Barlaz (2010)<sup>7</sup> démontrent que les valeurs de  $k$  recommandées par le GIEC pour la MR de nourriture et la MR de jardin étaient sous-estimées de 200 % et 400 % respectivement. De plus, Wang et al. (2013)<sup>8</sup> a également conclu que des valeurs de  $k$  plus élevées que celles recommandées dans la littérature peuvent être considérées dans certains cas. Pour ces raisons, le choix des valeurs de  $k$  dans la présente étude a été augmenté jusqu'à la catégorie Tropical Très Humide.

La plage de valeurs considérée pour  $k$  dans l'optimisation est différente pour les DDR et les DDL, soit [0,1–0,7] an<sup>-1</sup> et [0,03–0,085] an<sup>-1</sup> respectivement.

## 2.6.2 Valeurs de $L_0$

Les plages de carbone organique dégradable (COD) recommandées par le GIEC pour différents types de MR sont indépendantes du climat, car ce paramètre est une propriété du type de MR, mais est influencé par certaines conditions d'opération. Comme montré par Lagos D.A. et al. (2016)<sup>9</sup>, le COD peut servir à interpréter les valeurs de  $L_0$  en considérant des facteurs de conversion type pour un lieu d'enfouissement au Québec. Le tableau 6 montre les valeurs de COD recommandées par le GIEC ainsi que leur transformation en  $L_0$ .

**Tableau 6 : Plages de  $L_0$  recommandées par le GIEC<sup>10</sup> selon le type de MR**

Type de MR	Plage de COD (kg C/kg déchet)	Plage de $L_0$ (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tonne)
<b>Nourriture</b>	0,08 – 0,20	42 – 105
<b>Rebuts de jardin</b>	0,18 – 0,22	94 – 115
<b>Papier</b>	0,36 – 0,45	188 – 235
<b>Bois et paille</b>	0,39 – 0,46	204 – 241
<b>Textiles</b>	0,20 – 0,40	105 – 209
<b>MR municipales</b>	0,12 – 0,28	63 – 146
<b>Boues municipales</b>	0,04 – 0,05	21 – 26
<b>MR industrielles</b>	0,00 – 0,54	0 – 282

Le choix des valeurs de  $L_0$  se base sur l'hypothèse que la masse de déchet qui génère du CH<sub>4</sub> contenues dans un LET typique du Québec peut être séparée en deux catégories, soit les DDR comme la nourriture et certaines MR municipales et les DDL comme le papier, carton, bois et le textile. Ainsi, les plages de valeurs considérées pour  $L_0$  dans l'optimisation du présent scénario pour les DDR et les DDL sont [42–105] m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonne et [94–241] m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonne respectivement.

<sup>7</sup> De la Cruz, F.B., Barlaz, M.A., 2010. Estimation of waste component-specific landfill decay rates using laboratory-scale decomposition data. Environ. Sci. Technol. 44, 4722–4728.

<sup>8</sup> Wang, X., Nagpure, A.S., DeCarolis, J.F., Barlaz, M.A., 2013. Using Observed Data to Improve Estimated Methane Collection from Select U.S. Landfills. Environ. Sci. Technol. 47, 3251–3257.

<sup>9</sup> Lagos, D.A., et al. Optimization of a landfill gas collection shutdown based on an adapted first-order decay model. Waste Management (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.012>

<sup>10</sup> Intergovernmental panel on climate change (IPCC) (2006b). 2006 GIEC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Waste, Chapter 3, IPCC Waste Model (MS Excel). In Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Site GIEC. <http://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html> (page consultée le 14 mars 2018)

## 2.7 Choix des sous-périodes de modélisation

La période de modélisation s'étale entre 1982 et 2040. Trois (3) sous-périodes ont été posées basées sur le comportement de la courbe de génération réelle, soit selon la montée plutôt linéaire de la génération entre 1996 et 2005 ; la montée plutôt logarithmique de la génération entre 2006 et 2011 ; et la descente plutôt linéaire de la génération depuis 2012.

## 2.8 Choix des fractions de DDR et de DDL

Il est intéressant d'évaluer la modélisation en séparant les deux fractions, car les DDR ont une grande influence sur la valeur de  $k$  en raison de leur caractéristique de décomposition rapide tandis que les DDL ont une grande influence sur le potentiel de génération de  $\text{CH}_4$  ( $L_0$ ). Ainsi, la variation de leur fraction à travers les trois (3) sous-périodes aura un effet pondéré sur les valeurs modélisées de génération de  $\text{CH}_4$  et pourrait mieux refléter la génération réelle de biogaz. Seulement la fraction de DDR est considérée comme une variable, puisque la fraction de DDL est obtenue automatiquement par le complément, c'est-à-dire  $\text{fraction DDL} = 1 - \text{fraction DDR}$ .

Comme montré par Lagos D.A. et al. (2016)<sup>11</sup>, les fractions types des DDR et DDL enfouies au Québec avant 1990 étaient de l'ordre de 25%-75% respectivement. À partir de 1990 ces fractions étaient de l'ordre de 56%-44%. Ainsi, cette étude pose les plages d'optimisation montrées au tableau 7 pour la fraction de DDR.

**Tableau 7 : Plages d'optimisation pour la fraction de DDR**

Sous-période	Fraction de DDR	Plage d'optimisation
1982-2005	$f1_{\text{DDR}}$	[10%-40%]
2006-2011	$f2_{\text{DDR}}$	[30%-60%]
2012-2028	$f3_{\text{DDR}}$	[30%-60%]

<sup>11</sup> Lagos, D.A., et al. Optimization of a landfill gas collection shutdown based on an adapted first-order decay model. *Waste Management* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.012>

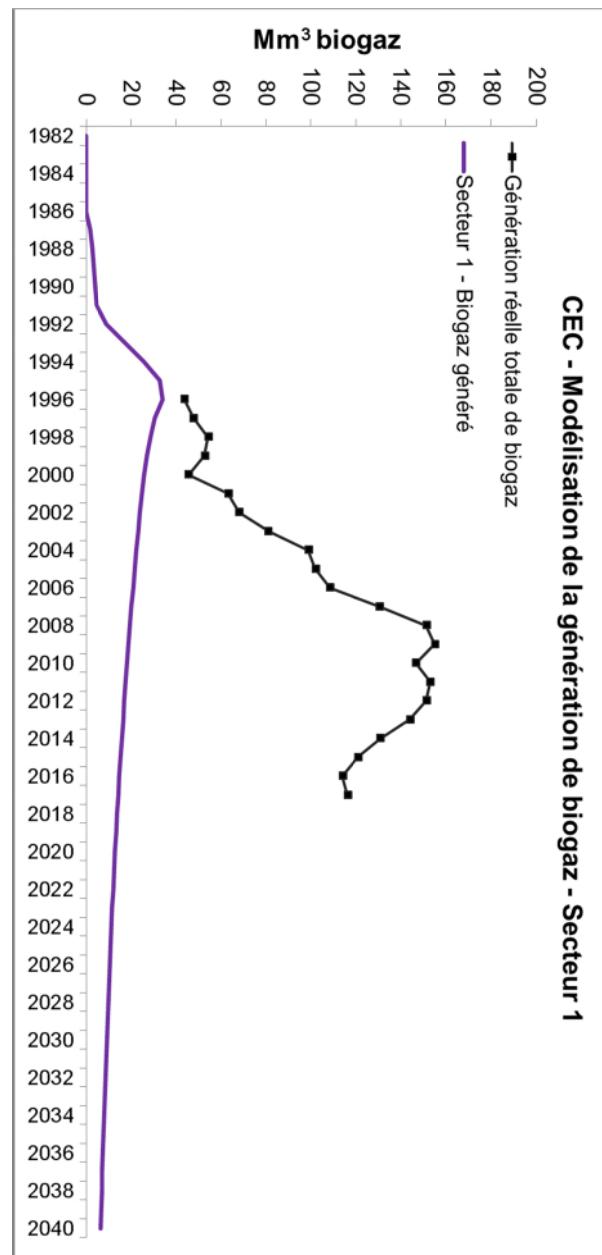
### 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette section présente les résultats obtenus pour chaque secteur et de manière globale.

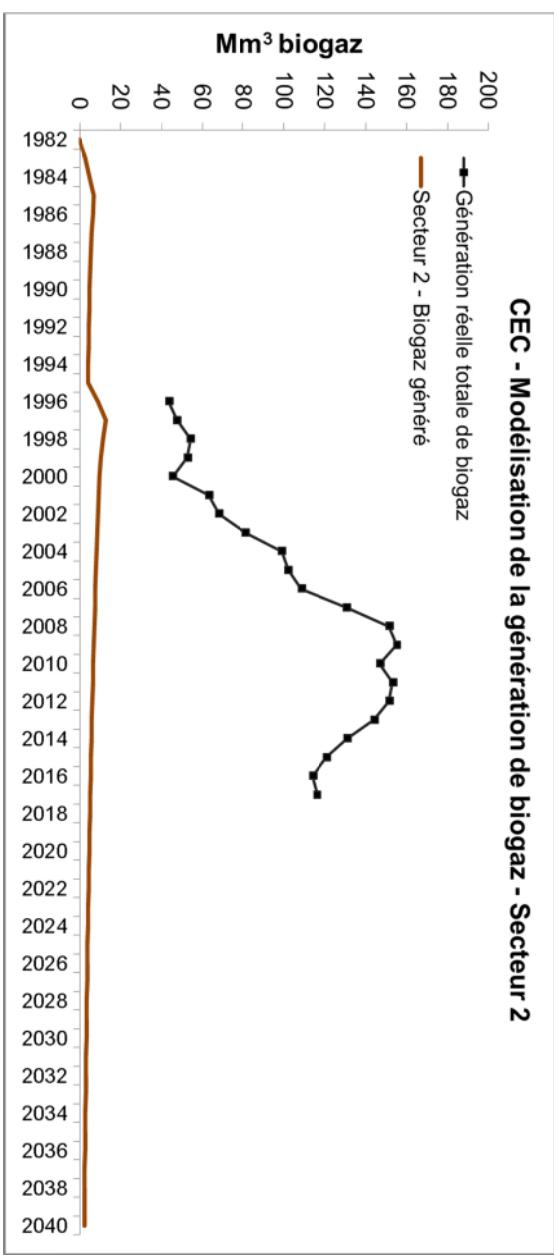
#### 3.1 Modélisation par secteur

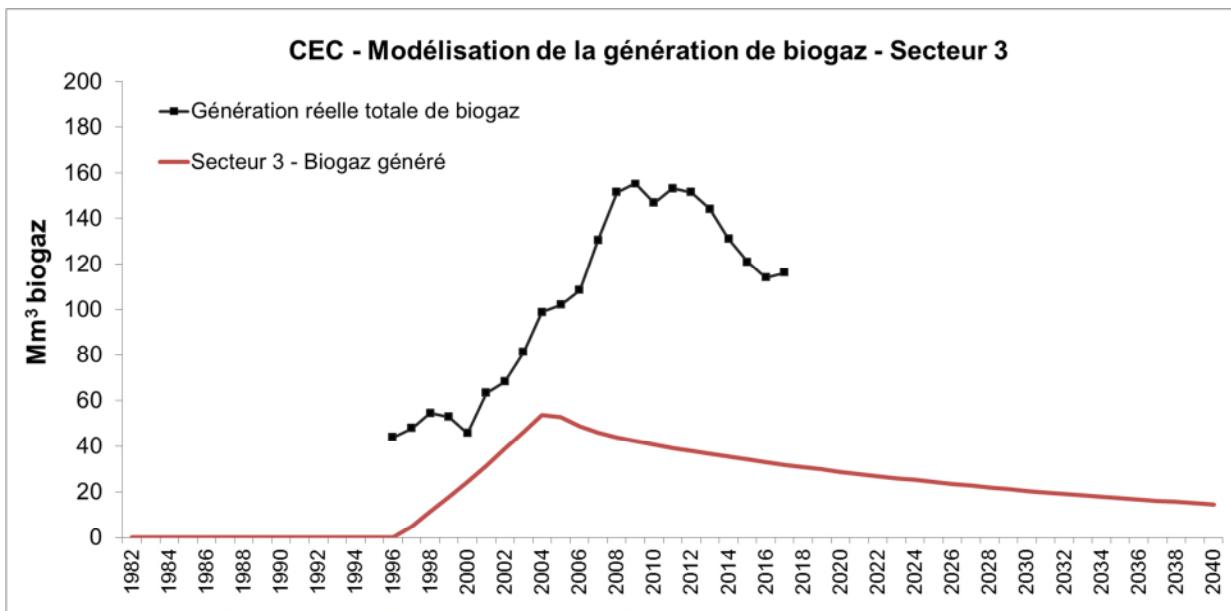
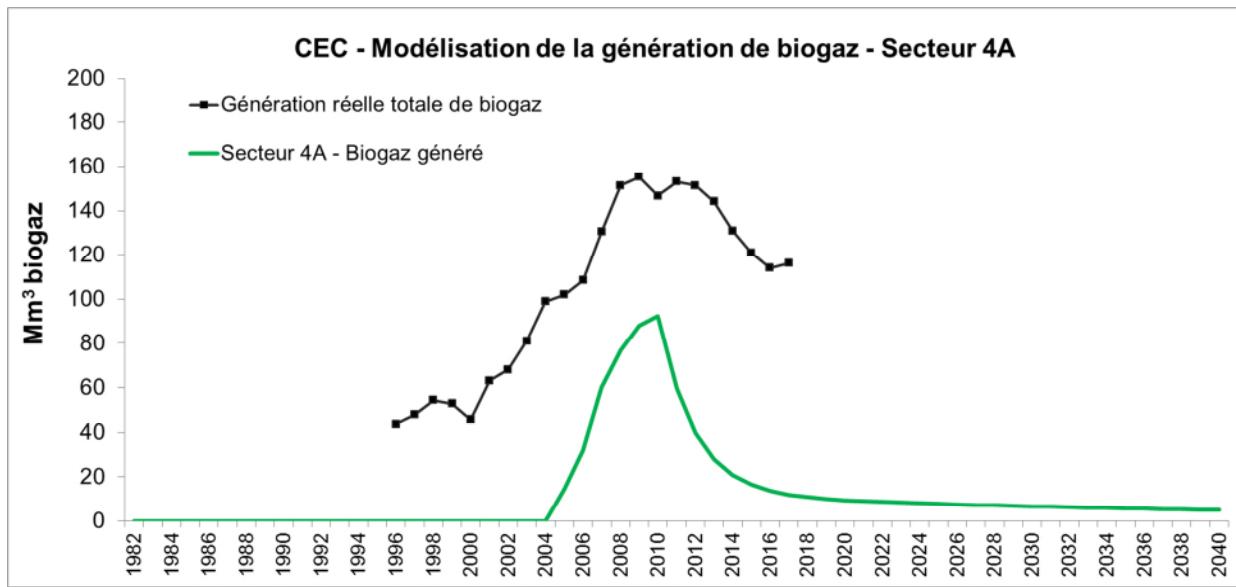
Les figures 1 à 6 montrent les résultats obtenus par secteur. Le tableau 8 montre les paramètres optimisés pour chaque secteur.

**Figure 1 : Modélisation secteur 1**



**Figure 2 : Modélisation secteur 2**



**Figure 3 : Modélisation secteur 3****Figure 4 : Modélisation secteur 4A**

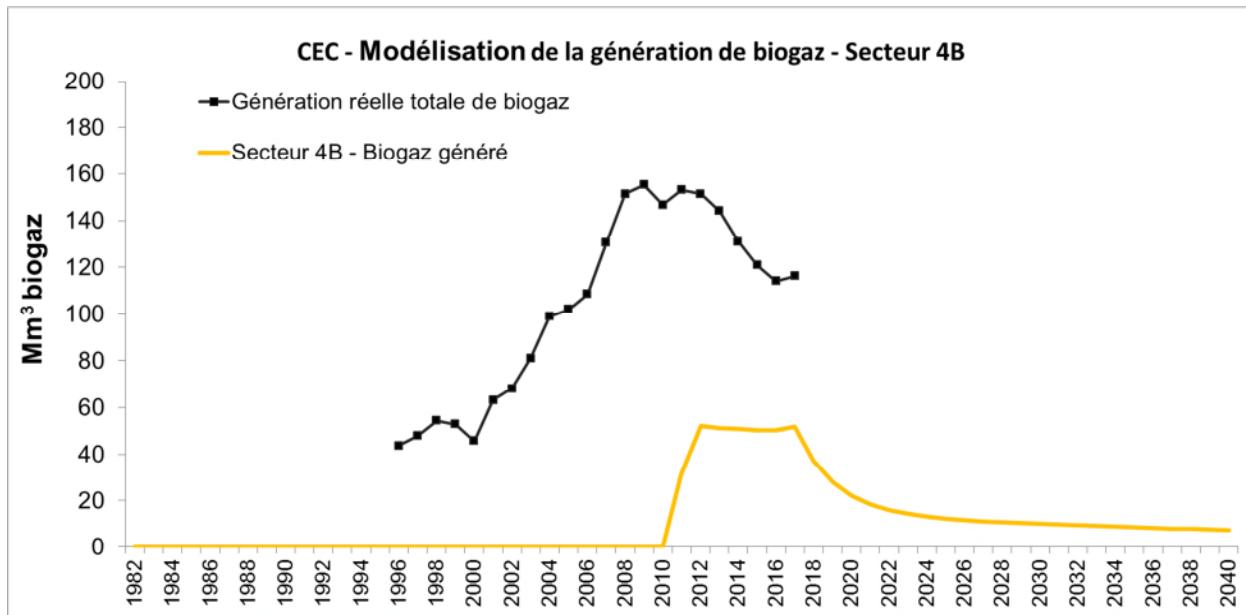
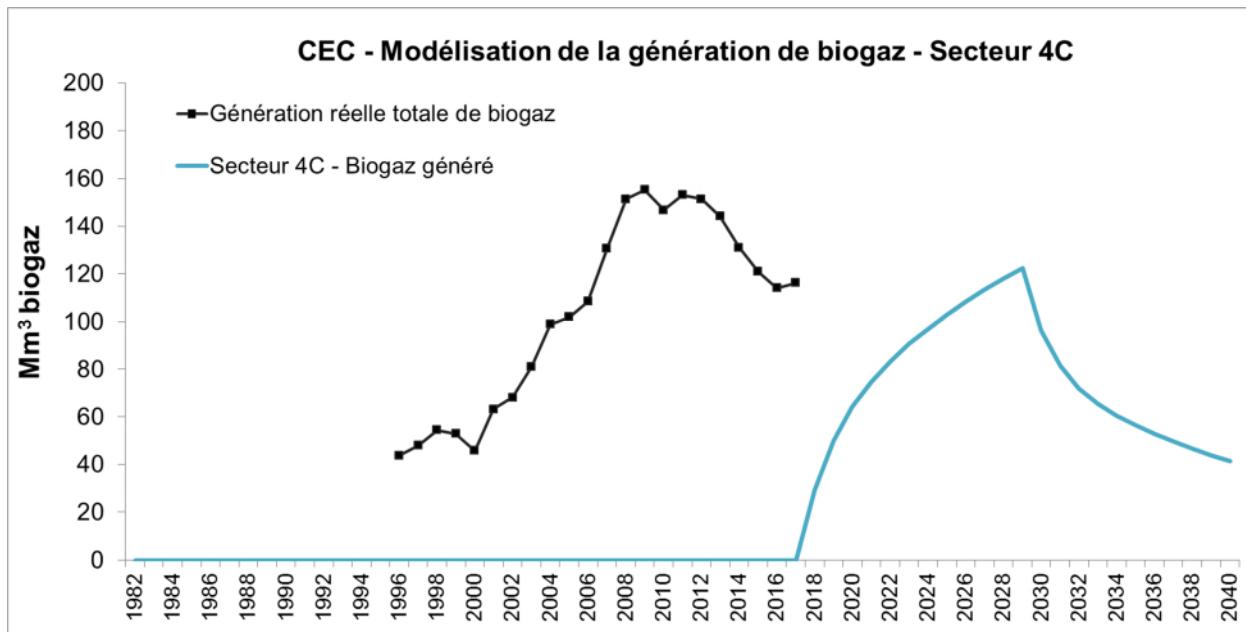
**Figure 5 : Modélisation secteur 4B****Figure 6 : Modélisation secteur 4C**

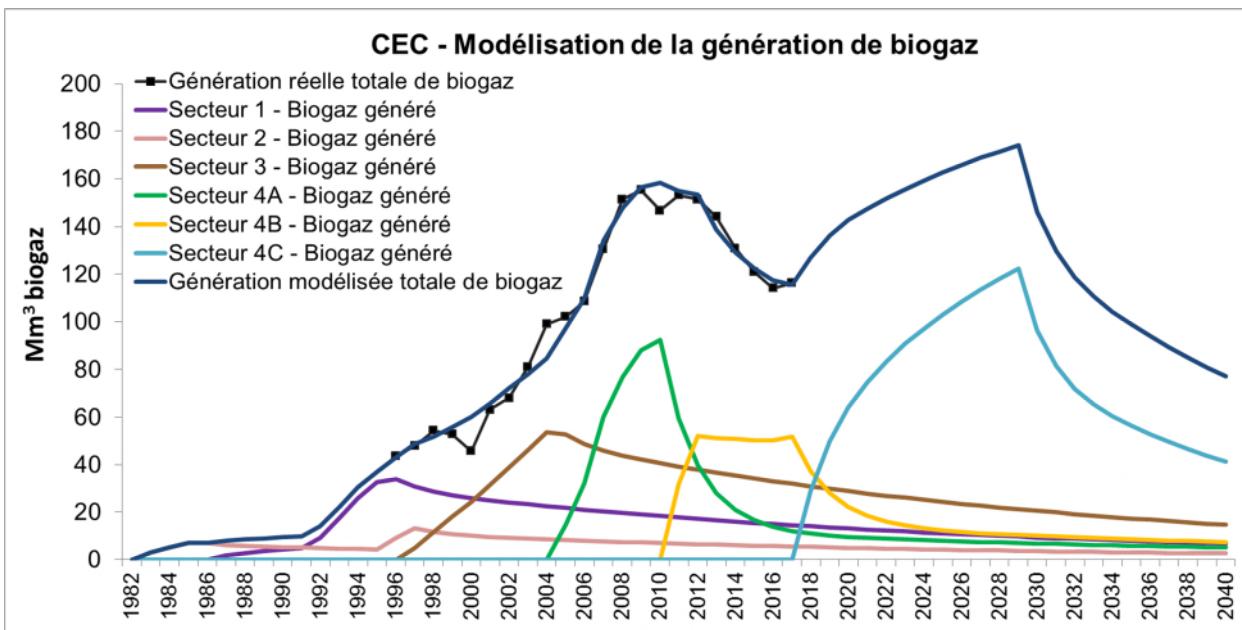
Tableau 8 : Variables optimisées par secteur

Secteur	k optimisé (an <sup>-1</sup> )		L <sub>0</sub> optimisé (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg)		Fraction DDR optimisée (%)		Sous-période
1	k <sub>DDR</sub>	0,70	L <sub>0</sub> DDR	63	f <sub>1</sub> <sub>DDR</sub>	10	1982-2005
	k <sub>DDL</sub>	0,03	L <sub>0</sub> DDL	241	f <sub>2</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2006-2011
					f <sub>3</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2012-2040
2	k <sub>DDR</sub>	0,70	L <sub>0</sub> DDR	63	f <sub>1</sub> <sub>DDR</sub>	10	1982-2005
	k <sub>DDL</sub>	0,03	L <sub>0</sub> DDL	241	f <sub>2</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2006-2011
					f <sub>3</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2012-2040
3	k <sub>DDR</sub>	0,70	L <sub>0</sub> DDR	63	f <sub>1</sub> <sub>DDR</sub>	10	1982-2005
	k <sub>DDL</sub>	0,03	L <sub>0</sub> DDL	241	f <sub>2</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2006-2011
					f <sub>3</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2012-2040
4A	k <sub>DDR</sub>	0,52	L <sub>0</sub> DDR	105	f <sub>1</sub> <sub>DDR</sub>	31	1982-2005
	k <sub>DDL</sub>	0,03	L <sub>0</sub> DDL	117	f <sub>2</sub> <sub>DDR</sub>	60	2006-2011
					f <sub>3</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2012-2040
4B	k <sub>DDR</sub>	0,48	L <sub>0</sub> DDR	92	f <sub>1</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	1982-2005
	k <sub>DDL</sub>	0,03	L <sub>0</sub> DDL	94	f <sub>2</sub> <sub>DDR</sub>	60	2006-2011
					f <sub>3</sub> <sub>DDR</sub>	30	2012-2040
4C	k <sub>DDR</sub>	0,70	L <sub>0</sub> DDR	105	f <sub>1</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	1982-2005
	k <sub>DDL</sub>	0,06	L <sub>0</sub> DDL	168	f <sub>2</sub> <sub>DDR</sub>	n.a.	2006-2011
					f <sub>3</sub> <sub>DDR</sub>	30	2012-2040

Certaines valeurs de f<sub>n</sub><sub>DDR</sub> ne sont pas applicables, car il n'y avait pas d'enfouissement à ces secteurs pendant ces périodes.

### 3.2 Modélisation globale

La figure 7 montre les modélisations de la génération de biogaz par secteur ainsi que la génération totale obtenue par la somme de celles-ci. Les valeurs annuelles de la génération de biogaz obtenue par secteur et pour le LET sont présentées à l'annexe III.

**Figure 7 : Modélisation globale du LET**

### 3.3 Torchères

Il y a actuellement au LET de Lacheneai sept (7) torchères pour la destruction du biogaz et deux (2) grandes torchères d'urgence pour la destruction du biométhane. Les torchères pour la destruction du biogaz sont conçues selon un pouvoir calorifique inférieur (PCI) de 909,4 BTU/pi<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> (32115,2 BTU/m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>). Le nombre des torchères requises pour la gestion du biogaz qui sera généré a été calculé en posant l'hypothèse conservatrice d'une efficacité de captage de 100% et une capacité moyenne de destruction par torchère de 60 MBTU/heure (525 600 MBTU/année) à PCI. Le calcul du nombre des torchères Y a été effectué à l'aide de l'équation 3 où la seule variable est X, soit le débit de biogaz modélisé par année. Le tableau 9 montre ces résultats.

$$\begin{aligned}
 & \frac{X \text{ Mm}^3 \text{ biogaz}}{\text{année}} \times \frac{59 \text{ m}^3 \text{ CH}_4}{100 \text{ m}^3 \text{ biogaz}} \times \frac{1 \text{ année}}{365 \text{ jour}} \times \frac{1 \text{ jour}}{24 \text{ h}} \times \frac{10^6 \text{ m}^3}{\text{Mm}^3} \times \frac{35,31467 \text{ pi}^3}{\text{m}^3} \times \frac{909,4 \text{ BTU}}{\text{pi}^3(\text{PCI})} \\
 & \times \frac{1 \text{ MBTU}}{10^6 \text{ BTU}} \times \frac{1 \text{ torchère}}{\frac{60 \text{ MBTU}}{\text{h}}} = Y \text{ torchères}
 \end{aligned} \tag{3}$$

**Tableau 9 : Nombre des torchères nécessaires**

Année	Biogaz générée (Mm <sup>3</sup> )	CH <sub>4</sub> générée (Mm <sup>3</sup> )	PCI par torchère (BTU/m <sup>3</sup> )	Capacité par torchère à PCI (MBTU/année)	Nombre des torchères nécessaires
2019	136,43	77,8	32115,2	525600,0	4,8
2020	142,68	81,3			5,0
2021	147,52	84,1			5,1
2022	151,72	86,5			5,3
2023	155,57	88,7			5,4
2024	159,17	90,7			5,5
2025	162,54	92,6			5,7
2026	165,67	94,4			5,8
2027	168,64	96,1			5,9
2028	171,39	97,7			6,0
2029	173,94	99,1			6,1
2030	146,28	83,4			5,1

### 3.4 Discussion

Les variables optimisées montrées au tableau 8 suggèrent qu'une plutôt faible fraction de DDR était enfouie pendant la première sous-période entre 1982 et 2005, soit 10 % aux secteurs 1 à 3 et 31 % au secteur 4A. L'augmentation de cette valeur entre ces deux secteurs s'explique par l'implantation des programmes de recyclage qui depuis le début des années 90 ont progressivement et significativement diminué la fraction de DDL (papier-carton) enfouie au Québec.

La fraction de DDR optimisée pour la deuxième sous-période entre 2006 et 2011 suggère une meilleure équité avec la fraction de DDL enfouie, soit respectivement 60% et 40%. Ces mêmes valeurs ont été obtenues pour chacun des deux secteurs ayant reçu de l'enfouissement pendant cette sous-période. La fraction de DDR optimisée de 60% obtenue pour cette sous-période est cohérente avec la fraction de DDR de 63,4% projetée par l'étude de WSP pour l'année 2012 (voir tableau 2).

La fraction de DDR optimisée pour la troisième sous-période commençant en 2012 suggère une valeur de 30%. Cette valeur est plus basse que celle projetée par l'étude de WSP pour les matières éliminées en 2025 à la CMM (voir tableau 3). Cependant, elle peut être justifiée en partie par l'augmentation progressive depuis 2006 de la fraction de résidus de construction, de rénovation et de démolition (CRD) et d'amiante par rapport aux MR domestiques enfouies au LET de Lachenaie. En effet, ce ratio a augmenté progressivement de 0% en 2006 pour atteindre un maximum à 19% en 2012 et diminué progressivement depuis. L'annexe IV présente l'évolution de ce ratio.

Les variables  $k$  et  $L_0$  optimisées pour chacun des secteurs, montrés au tableau 8, correspondent aux plages de valeurs typiques des DDR et des DDL telles que recommandées par le GIEC (voir tableau 5 et tableau 6). Les valeurs optimisées de  $k$  et  $L_0$  décrivent des caractéristiques différentes pour chaque secteur. Cependant nous pouvons noter de manière générale que le secteur 4B montre des valeurs optimisées de  $L_0$  inférieures à celles des autres secteurs. L'enfouissement dans le secteur 4B concorde avec l'ajout d'un recouvrement quotidien contenant de fines particules de gypse entre 2010 et 2016. Il est

possible qu'un processus d'inhibition et de compétition bactérienne<sup>12</sup> causé par cette MR valorisée en recouvrement quotidien ait contribué à la diminution de la méthanisation dans ce secteur.

Les projections de la génération de biogaz modélisées dans cette étude estiment que le nombre actuel des torchères au LET de Lachenaie est amplement suffisant pour détruire l'ensemble du biogaz qui sera produit par le LET.

#### 4 CONCLUSION

Le modèle de la génération de biogaz au LET de Lachenaie a été optimisé selon les fractions de DDR et de DDL de la MR organique génératrice de biogaz enfouie. La modélisation se rapproche étroitement de la courbe de génération réelle de biogaz. Les valeurs de  $k$  et  $L_0$  optimisées pour chacun des secteurs correspondent aux valeurs types des DDR et des DDL recommandées par le GIEC. Les fractions optimisées de DDR à travers les trois (3) sous-périodes sont cohérentes avec les tendances d'enfouissement du Québec et de la CMM ainsi qu'à celles spécifiques du LET de Lachenaie. Ces tendances sont justifiées par l'implantation progressive des programmes de recyclage au Québec et par la diminution de la fraction de DDR enfouis vu l'augmentation de la fraction des CRD et amiante admis au LET.

Selon cette modélisation, le nombre de torchères présentes au LET est suffisant pour détruire la production de biogaz actuelle et future.

<sup>12</sup> Paulo L.M. et al. (2015). Methanogens, sulphate and heavy metals: a complex system. *Rev Environ Sci Biootechnol.* DOI 10.1007/s11157-015-9387-1

## **ANNEXE I**

Données réelles de captage

Année	Captage réel de biogaz (Mm <sup>3</sup> /année)
1996	39,40
1997	43,04
1998	48,99
1999	47,51
2000	41,10
2001	56,94
2002	61,35
2003	73,00
2004	89,00
2005	91,81
2006	97,64
2007	117,45
2008	136,20
2009	139,67
2010	134,87
2011	141,71
2012	141,97
2013	137,29
2014	123,77
2015	112,73
2016	104,91
2017	106,98

## **ANNEXE II**

Tonnages d'enfouissement annuels par secteur et fractions de putrescibles

Année	Données d'enfouissement annuelles totales (tonnes/année)						Fraction de matière putrescible (%)
	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4A	Secteur 4B	Secteur 4C	
1982		215500					70,00
1983		217500					69,57
1984		217500					69,14
1985		55000					68,72
1986	147000	0					68,29
1987	92000	0					67,86
1988	92000	0					67,43
1989	92000	0					67,01
1990	92000	0					66,58
1991	403500	0					66,15
1992	764451	0					65,72
1993	900571	0					65,29
1994	851175	0					64,87
1995	419662	419662					64,44
1996		414526	414526				64,01
1997			639912				63,58
1998			709025				63,16
1999			762810				62,73
2000			876832				62,30
2001			977049				62,28
2002			996521				62,27
2003			1060270				62,25
2004			365497	854638			62,23
2005				1294260			62,22
2006				1294710			62,20
2007				1274434			62,18
2008				1293794			62,17
2009				1198677			62,15
2010					1283348		62,13
2011					1290845		62,12
2012					1294354		62,10
2013					1234438		61,96
2014					1155030		61,82
2015					1114081		61,68
2016					1185809		61,55
2017						1145037	61,41
2018						1270000	61,27
2019						1265000	61,13
2020						1260000	60,99
2021						1255000	60,85
2022						1250000	60,72
2023						1245000	60,58
2024						1240000	60,44
2025						1235000	60,30
2026						1230000	60,30
2027						1225000	60,30
2028						1220000	60,30

## **ANNEXE III**

### Résultats de la génération de biogaz

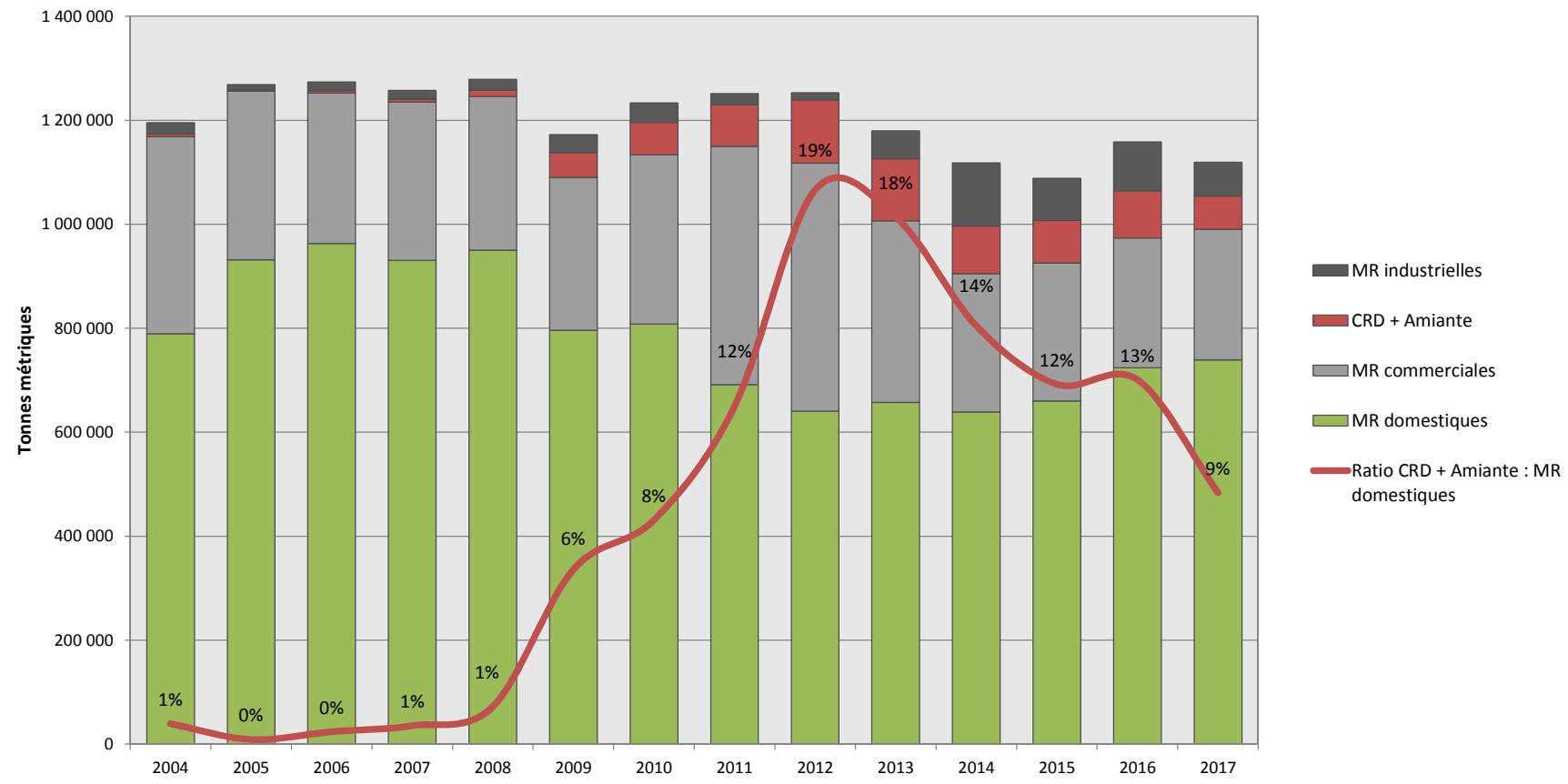
Biogaz généré (Mm <sup>3</sup> /année)							
Année	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4A	Secteur 4B	Secteur 4C	Somme des secteurs
1982	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0,00	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00	2,79
1984	0,00	5,09	0,00	0,00	0,00	0,00	5,09
1985	0,00	7,09	0,00	0,00	0,00	0,00	7,09
1986	0,00	6,84	0,00	0,00	0,00	0,00	6,84
1987	1,86	6,16	0,00	0,00	0,00	0,00	8,01
1988	2,68	5,72	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40
1989	3,43	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	8,85
1990	4,14	5,18	0,00	0,00	0,00	0,00	9,32
1991	4,81	4,98	0,00	0,00	0,00	0,00	9,79
1992	9,26	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	14,06
1993	17,36	4,64	0,00	0,00	0,00	0,00	21,99
1994	25,85	4,48	0,00	0,00	0,00	0,00	30,33
1995	32,72	4,33	0,00	0,00	0,00	0,00	37,05
1996	33,90	9,18	0,00	0,00	0,00	0,00	43,08
1997	30,69	13,05	4,91	0,00	0,00	0,00	48,64
1998	28,63	11,53	11,55	0,00	0,00	0,00	51,71
1999	27,16	10,61	17,99	0,00	0,00	0,00	55,76
2000	25,99	9,99	24,30	0,00	0,00	0,00	60,29
2001	25,00	9,52	31,34	0,00	0,00	0,00	65,86
2002	24,10	9,14	38,95	0,00	0,00	0,00	72,19
2003	23,26	8,80	46,19	0,00	0,00	0,00	78,26
2004	22,47	8,49	53,72	0,00	0,00	0,00	84,68
2005	21,71	8,20	52,79	14,75	0,00	0,00	97,46
2006	20,98	7,92	48,76	31,94	0,00	0,00	109,60
2007	20,28	7,66	46,00	60,08	0,00	0,00	134,01
2008	19,60	7,40	43,90	76,84	0,00	0,00	147,74
2009	18,94	7,15	42,15	88,01	0,00	0,00	156,26
2010	18,31	6,91	40,61	92,41	0,00	0,00	158,24
2011	17,70	6,68	39,18	59,49	31,68	0,00	154,73
2012	17,11	6,46	37,84	39,81	52,05	0,00	153,27
2013	16,53	6,24	36,55	27,99	51,30	0,00	138,62
2014	15,98	6,03	35,32	20,84	50,90	0,00	129,08
2015	15,45	5,83	34,14	16,48	50,37	0,00	122,26
2016	14,93	5,64	33,00	13,76	50,21	0,00	117,53
2017	14,43	5,45	31,89	12,03	51,78	0,00	115,58
2018	13,95	5,27	30,83	10,89	37,21	28,78	126,92
2019	13,48	5,09	29,79	10,10	28,03	49,94	136,43
2020	13,03	4,92	28,80	9,52	22,18	64,22	142,68
2021	12,60	4,75	27,84	9,08	18,42	74,84	147,52
2022	12,18	4,60	26,91	8,71	15,94	83,39	151,72
2023	11,77	4,44	26,01	8,40	14,27	90,69	155,57
2024	11,37	4,29	25,14	8,11	13,11	97,15	159,17
2025	10,99	4,15	24,30	7,85	12,26	102,99	162,54
2026	10,63	4,01	23,48	7,61	11,61	108,33	165,67

Biogaz généré (Mm <sup>3</sup> /année)							
Année	Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4A	Secteur 4B	Secteur 4C	Somme des secteurs
2027	10,27	3,88	22,70	7,38	11,09	113,32	168,64
2028	9,93	3,75	21,94	7,16	10,65	117,97	171,39
2029	9,60	3,62	21,21	6,94	10,27	122,30	173,94
2030	9,28	3,50	20,50	6,73	9,92	96,35	146,28
2031	8,97	3,38	19,81	6,53	9,60	81,38	129,68
2032	8,67	3,27	19,15	6,34	9,30	71,98	118,71
2033	8,38	3,16	18,51	6,15	9,02	65,47	110,69
2034	8,10	3,06	17,89	5,97	8,75	60,50	104,26
2035	7,83	2,95	17,29	5,79	8,48	56,40	98,75
2036	7,56	2,86	16,72	5,62	8,23	52,82	93,81
2037	7,31	2,76	16,16	5,46	7,99	49,60	89,27
2038	7,07	2,67	15,62	5,30	7,75	46,63	85,02
2039	6,83	2,58	15,09	5,14	7,52	43,87	81,03
2040	6,60	2,49	14,59	4,99	7,30	41,29	77,26

## **ANNEXE IV**

### **Évolution du ratio CRD-amiante/MR domestiques**

**Évolution de la composition des matières résiduelles (MR) reçues au LET de Complexe Enviro Connexion**  
**(Secteur Nord, Champ 4, 2004 - aujourd'hui)**



## **ANNEXE V**

WSP Note technique 171-00481-00



## NOTE TECHNIQUE

N° de projet : **171-00481-00**

**Titre :** **Étude d'impact sur l'environnement du projet d'exploitation de la section sud-ouest du secteur nord du LET de CEC à Terrebonne**

**Objet :** **Proportions actuelles (2012) et projetées (2025) des matières résiduelles génératrices de biogaz (boues incluses) dans les matières résiduelles totales enfouies par habitant, territoire de la CMM – Version 2**

**Présentée à :** **Complexe Enviro Connexions**

**Date :** **20 février 2018**

---

## CONTEXTE

Dans le cadre de l'étude d'impact du projet d'exploitation de la section sud-ouest du secteur nord, CEC doit soumettre une modélisation de la dispersion atmosphérique. Afin de contribuer à l'évaluation de la génération future de biogaz au LET, CEC a mandaté WSP pour estimer les proportions de matières résiduelles génératrices de biogaz qui y serait enfouies au cours du projet.

## MÉTHODOLOGIE

Pour les besoins de la présente analyse, les proportions de matières résiduelles génératrices de biogaz sont présentées pour le secteur municipal et pour les secteurs industriel, commercial et institutionnel (ICI) et de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD). Les matières résiduelles génératrices de biogaz considérées sont les matières organiques incluant les boues, les matières recyclables (papier et carton), les textiles et les bois d'œuvre et de construction.

Le territoire retenu est celui de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) puisqu'elle représente une part appréciable du territoire desservi par CEC. Pour la CMM, les données les plus récentes disponibles sur l'enfouissement des matières résiduelles génératrices de biogaz (2012) sont celles du Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR) (CMM, 2017). Les projections y sont présentées jusqu'en 2025. Cette date se situe près de la fin d'exploitation du projet de CEC, soit la fin des années 2020.

Dans son PMGMR, la CMM prévoit l'atteinte de l'objectif de 60 % de récupération des matières organiques, incluant les boues, en 2025. À l'échelle de la CMM, le taux de recyclage des matières organiques, excluant les boues, étaient de 12 % en 2012 selon le PMGMR. Avec les boues, il atteignait 13 %. Pour atteindre une récupération de 60 % en 2025, il faudrait que la récupération des matières organiques putrescibles, sans les boues, augmente de 3,7 % par année dans la CMM (voir le tableau 4 de la p. 74 du PMGMR). Dans le cas du papier et du carton ainsi que du bois d'œuvre et du bois de construction du bâtiment (secteur CRD), les objectifs de la CMM pour 2025 se situent à 70 % de récupération. Les taux de récupération de ces matières se situaient autour de 60 % en 2012. Les objectifs de récupération de la CMM devraient ainsi être atteints à l'horizon 2025. Dans le cas des textiles, l'objectif de récupération de la CMM était de 50 % pour 2006-2011, mais cet

Bureau 300  
3450, boulevard Gene-H.-Kruger  
Trois-Rivières (Québec) G9A 4M3  
Canada

Tél. : +1 819 375-1292  
Téléc. : +1 819 375-1217  
wsp.com

objectif n'a pas été reconduit par la suite puisque cette récupération est en grande partie effectuée par les organismes communautaires et les entreprises d'économie sociale qui ne tiennent pas de registre ni ne diffusent les quantités traitées (CMM, 2017).

Selon le PMGMR : « Au cours des prochaines années, le principal défi de la gestion des matières résiduelles sera celui de la collecte et du traitement des matières organiques, dont le taux de récupération était de 12 % en 2012 (16 % pour l'ensemble du Québec<sup>1</sup>) alors que l'objectif à atteindre avait été fixé à 60 %. Passer de 12 % à 60 % nécessitera de mobiliser des ressources importantes durant la prochaine décennie. » (CMM, 2017, p. 23).

Dans le Grand Montréal, neuf projets de biométhanisation et de compostage sont actuellement en phase de planification ou en construction (voir le tableau 1 de la p. 25 du PMGMR). À ces neuf projets, d'autres projets mis en place par des entreprises privées (nombre inconnu) s'ajouteront pour les municipalités de la Couronne Nord (CMM, 2017). La mise en service de l'ensemble des installations devait s'échelonner de 2016-2017 à 2022 selon le PMGMR. La CMM affirme qu'en dépit du fait « que plusieurs installations de biométhanisation et de compostage soient en cours d'implantation, l'atteinte des objectifs de recyclage des matières organiques ne pourra se produire qu'après une certaine période. » (CMM, 2017, p. 37).

Il convient aussi de préciser que depuis la publication du PMGMR, la date de mise en service de certains des projets annoncés a été reportée. C'est le cas entre autres du centre de recyclage des matières organiques par biométhanisation et compostage de l'agglomération de Longueuil dont la mise en service a été reportée à 2022 alors qu'elle était prévue en 2019 (Ville de Longueuil, 2017). Également, le 19 décembre 2016, les gouvernements provincial et fédéral annonçaient le début de la construction de l'usine de biométhanisation de Varennes qui sera en exploitation en 2018, soit avec environ un an de retard (MDDELCC, 2016).

C'est donc dire qu'en 2025, il se pourrait que le taux de récupération de 60 % visé pour les matières organiques ne soit pas tout à fait atteint, notamment en raison des quelques années de retard qu'auront pris certains des projets de biométhanisation et de compostage. Un scénario de 50 % de récupération des matières organiques pour les secteurs municipal et ICI-CRD serait donc plus probable.

Dans le cas où certains projets de biométhanisation accuseraient un retard supplémentaire ou advenant que la mobilisation des ressources soit insuffisante durant la prochaine décennie (raisons économiques, politiques, etc.), un scénario de récupération des matières organiques de 40 % est aussi possible.

Pour les fins d'évaluation des projections de matières résiduelles génératrices de biogaz à recevoir au LET de CEC, trois scénarios de récupération des matières organiques ont été étudiés par WSP :

- atteinte de l'objectif de récupération de **60 %** des matières organiques en 2025 prévu dans le PMGMR : **scénario optimiste**;
- atteinte de **50 %** de récupération des matières organiques : **scénario réaliste**.
- atteinte de **40 %** de récupération des matières organiques : **scénario conservateur**.

L'atteinte des objectifs de la CMM pour les autres matières résiduelles génératrices de biogaz est maintenue dans les trois scénarios, soit 70 % de récupération du papier, du carton et du bois d'œuvre et de construction, et 50 % des textiles.

Le scénario de 50 % de récupération des matières organiques (scénario réaliste) est celui qui est recommandé par WSP pour la modélisation de génération de biogaz au LET de CEC. La section des résultats ci-après présente le détail des calculs de quantités et proportion par habitant de matières organiques de ce scénario par secteur, soit le secteur municipal, les secteurs ICI-CRD et les secteurs municipal et ICI-CRD ensemble.

<sup>1</sup> En 2015, le taux de recyclage du Québec pour les matières organiques du secteur municipal (incluant les boues) et du secteur ICI (excluant le secteur agroalimentaire) réunis était de 25 %, en augmentation de 3 % par rapport à 2012. Pour le secteur municipal seulement, incluant les boues, il était de 29 %, soit 9 % de plus qu'en 2012 (RECYC-QUÉBEC, 2017, p. 23, Tableau Génération et recyclage des matières organiques putrescibles en 2015).

L'annexe A présente pour sa part les résultats pour les scénarios optimiste (60 %) et conservateur (40 %).

## RÉSULTATS DU SCÉNARIO RÉALISTE (50 %)

### SECTEUR MUNICIPAL

Le tableau 1 présente la répartition des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 et en 2025 pour la CMM pour le secteur municipal selon le scénario réaliste de 50 % de récupération des matières organiques (boues incluses) en 2025. Les figures 1 et 2 illustrent ces mêmes répartitions.

Selon ce scénario, on constate que la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz du secteur municipal passerait de 71,8 % du total des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 à 71,5 % en 2025. La quantité de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies par habitant diminuerait pour sa part de 252 à 151 kg/hab. entre 2012 et 2025.

En ne considérant que les matières organiques (boues incluses) du secteur municipal, leur proportion passerait de 56,4 % du total des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 à 53,6 % en 2025. La quantité de matières organiques (boues incluses) enfouies par habitant diminuerait de 198 à 113 kg/hab. entre 2012 et 2025.

**Tableau 1 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM, (scénario réaliste : 50 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)			2025 (projection)			
	Quantité (t) <sup>(1)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(2)</sup>	Taux de récupération (%) <sup>(3)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(4)</sup>	Taux de récupération appliquée <sup>(5)</sup> (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz							
Matières recyclables (papier, carton)	163 446	12,5	44	59,4	15,4	32	70
Matières organiques sans boue	691 686	52,9	186	12,4	50,2	106	50
Boues enfouies <sup>(6)</sup>	45 380	3,5	12	14,0 <sup>(7)</sup>	3,4	7	50
Textiles	38 000	2,9	10	1,6	2,5	5	50
Matières résiduelles non génératrices de biogaz							
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	165 815	12,7	45	45,1	11,5	24	70
RDD et produits sous REP	4 738	0,4	1	63,2	0,6	1	Aucun objectif
Encombrants, CRD, et autres (sauf textiles) <sup>(8)</sup>	198 577	15,2	53	54,0	16,5	35	70
<b>Total enfoui</b>	<b>1 307 642</b>	<b>100,0</b>	<b>352</b>	-	<b>100,0</b>	<b>211</b>	-
(1) Selon les figures 11 et 12 et la quantité de textile estimée à la page 107 du PMGMR (CMM, 2017). (2) Calculé à partir de la population de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada (cité dans le PMGMR) (CMM, 2017). (3) Calculé à partir des quantités récupérées versus éliminées des figures 11 et 12 et la quantité de textile estimée à la page 107 du PMGMR (CMM, 2017). (4) Enfouissement réel par habitant en 2012, auquel les taux de récupération considérés pour 2025 ont été appliqués (règle de 3). (5) Objectif de la Politique ou de la CMM, lorsque différent, sauf pour les matières organiques où le taux a été réduit à 50 % (soit 10 % de moins que l'objectif de la CMM) jugé plus réaliste. (6) Selon le PMGMR (p. 106), un peu plus de 10 % des 353 897 tonnes de boues résiduaires seraient enfouies. (7) Le taux de récupération calculé considère les portions enfouies et incinérées. (8) Peut comprendre du bois géré par les écocentres municipaux.							

Figure 1 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM, 2012

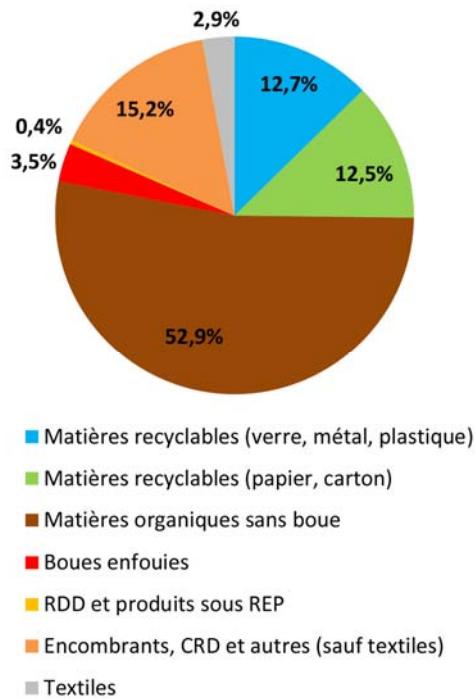
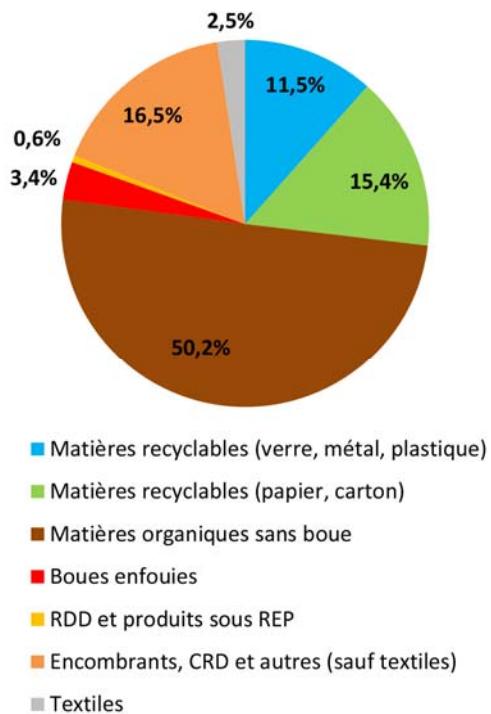


Figure 2 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM (scénario réaliste : 50 % de récupération de matières organiques en 2025)



## SECTEURS INDUSTRIEL, COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL (ICI) ET CONSTRUCTION, RÉNOVATION ET DÉMOLITION (CRD)

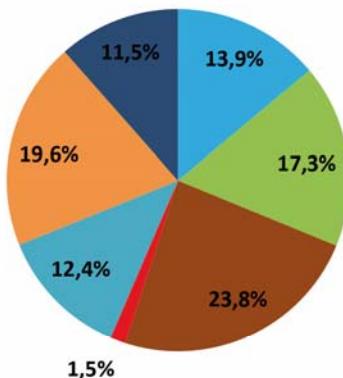
Toujours pour la CMM, les calculs de proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz selon un scénario de récupération des matières organiques de 50 % ont été faits pour les matières résiduelles provenant des secteurs ICI et CRD. On constate que, pour ces secteurs, la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies par habitant passerait de 54,1 % en 2012 à 52 % en 2025. Les quantités par habitant diminueraient pour leur part de 227 à 150 kg/hab. (voir le tableau 2 et les figures 3 et 4).

La proportion de matières organiques (boues incluses) passerait de 25,3 % en 2012 à 19,5 % en 2025. Les quantités par habitant diminueraient pour leur part de 106 à 56 kg/hab.

**Tableau 2 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario réaliste : 50 % de récupération de matières organiques en 2025)**

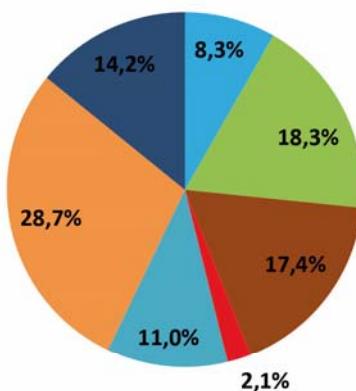
Catégorie de matières	2012 (réel)				2025 (projection)		
	Quantité (t) <sup>(1)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(2)</sup>	Taux de récupération (%) <sup>(3)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(4)</sup>	Taux de récupération appliquée <sup>(5)</sup> (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz							
Matières recyclables (papier, carton)	270 869	17,3	73	58,6	18,3	53	70
Matières organiques sans boue	372 198 <sup>(6)</sup>	23,8	100	0,0	17,4	50	50
Boues enfouies <sup>(7)</sup>	22 868 <sup>(8)</sup>	1,5	6	61,7	2,1	6	60 (déjà atteint)
Bois d'œuvre et de construction	180 239	11,5	48	64,3	14,2	41	70
Matières résiduelles non génératrices de biogaz							
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	218 098	13,9	59	26,3	8,3	24	70
Autres résidus <sup>(9)</sup>	194 505 <sup>(9)</sup>	12,4	52	50,5	11,0	32	70 <sup>(10)</sup>
Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)	307 626	19,6	83	81,8	28,7	83	70 (déjà atteint)
<b>Total enfoui</b>	<b>1 566 403</b>	<b>100,0</b>	<b>421</b>	-	<b>100,0</b>	<b>288</b>	-
(1) Adapté de la figure 14 et selon les figures 15 et 17 du PMGMR (CMM, 2017). (2) Calculé à partir de la population de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada (cité dans le PMGMR) (CMM, 2017). (3) Calculé à partir des quantités récupérées versus éliminées des données adaptées de la figure 14 et selon les figures 15 et 17 du PMGMR (CMM, 2017). (4) Enfouissement réel par habitant en 2012, auquel les taux de récupération considérés pour 2025 ont été appliqués (règle de 3). (5) Objectif de la Politique ou de la CMM, lorsque différent, sauf pour les matières organiques où le taux a été réduit à 50 % (soit 10 % de moins que l'objectif de la CMM) jugé plus réaliste. (6) Inclut les résidus agroalimentaires. (7) Selon le PMGMR (p. 106), un peu plus de 10 % des 353 897 tonnes de boues résiduaires seraient enfouies. (8) Boues de papetières uniquement (incinération et enfouissement confondus). (9) Correspond à la catégorie « Autres résidus ICI ». (10) L'objectif pour les CRD a été appliqué à cette catégorie.							

Figure 3 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI et CRD, territoire de la CMM, 2012



- Matières recyclables (verre, métal, plastique)
- Matières recyclables (papier, carton)
- Matières organiques sans boue
- Boues enfouies
- Autres résidus des ICI
- Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)
- Bois d'œuvre et de construction

Figure 4 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI et CRD, territoire de la CMM (scénario réaliste : 50 % de récupération de matières organiques en 2025)



- Matières recyclables (verre, métal, plastique)
- Matières recyclables (papier, carton)
- Matières organiques sans boue
- Boues enfouies
- Autres résidus des ICI
- Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)
- Bois d'œuvre et de construction

## SECTEURS MUNICIPAL ET ICI-CRD RÉUNIS

Le tableau 3 présente la répartition des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 et en 2025 pour la CMM pour les secteurs municipal et ICI-CRD réunis selon le scénario d'atteinte de récupération des matières organiques de 50 %. Dans ce tableau, les données des secteurs municipal (tableau 1) et ICI-CRD (tableau 2) ont simplement été additionnées. Les figures 5 et 6 illustrent ces mêmes répartitions.

On constate que la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz des secteurs municipal et ICI-CRD réunis passe de 62,1 % du total des matières résiduelles enfouies en 2012 à 60,3 % en 2025. La quantité enfouie par habitant de matières résiduelles génératrices de biogaz passe pour sa part de 479 à 300 kg/hab. entre 2012 et 2025.

En ce qui concerne la proportion de matières organiques (boues incluses), elle passe de 39,4 % du total des matières résiduelles enfouies en 2012 à 34 % en 2025. La quantité enfouie par habitant de matières organiques (boues incluses) passe pour sa part de 304 à 169 kg/hab. entre 2012 et 2025.

**Tableau 3 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario réaliste : 50 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)		2025 (projection)		
	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.)	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.)	Taux de récupération appliqué (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz					
Matières recyclables (papier, carton)	15,1	117	17,1	85	70
Matières organiques sans boue	37,0	286	31,3	156	50
Boues enfouies	2,4	18	2,7	13	50
Autres (bois d'œuvre et de construction) <sup>(1)</sup>	6,3	48	8,2	41	70
Autres (textiles)	1,3	10	1,0	5	50
Matières résiduelles non génératrices de biogaz					
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	13,4	103	9,7	48	70
Autres (CRD, encombrants, RDD, etc.) (sauf textiles, bois d'œuvre et de construction) <sup>(2)</sup>	24,5	190	30,1	151	70
<b>Total enfoui</b>	<b>100,0</b>	<b>773</b>	<b>100,0</b>	<b>499</b>	-

(1) Ne comprend que le bois d'œuvre et de construction du secteur CRD. Cette catégorie de matière peut aussi se retrouver dans le secteur municipal, mais les quantités n'ont pu être estimées en raison de l'absence de données.

(2) Comprend les débris de CRD gérés par le secteur municipal et ceux du secteur bâtiment (secteur CRD) à l'exception du bois d'œuvre et de construction.

Figure 5 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM, 2012

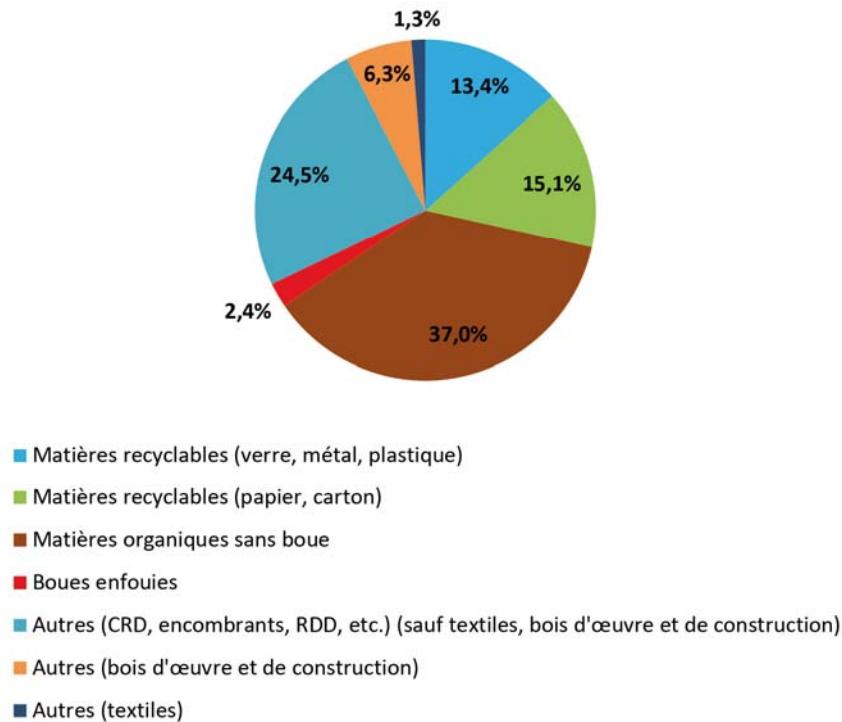
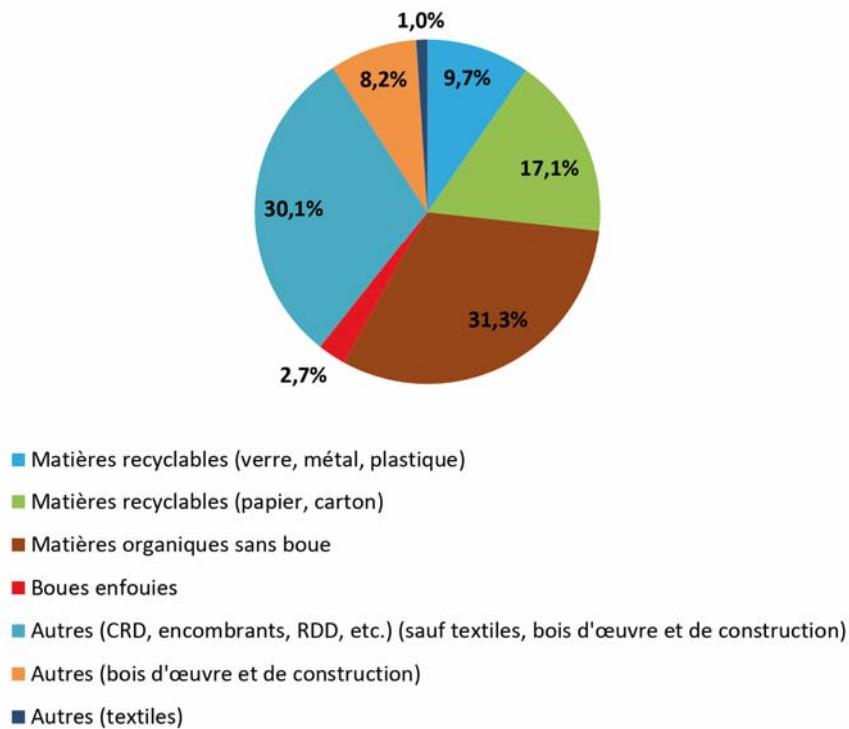


Figure 6 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario réaliste : 50 % de récupération de matières organiques en 2025)



## BILAN DES TROIS SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

Le tableau 4 présente le bilan des proportions estimées de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies en 2025 selon les trois scénarios étudiés.

**Tableau 4 : Proportions de matières organiques enfouies par rapport à l'enfouissement total, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM, selon trois scénarios de récupération en 2025**

Catégorie de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies	Proportion réelle de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies (%)	2025		
		Scénarios de récupération		
		Optimiste (60 %)	Réaliste (50 %)	Conservateur (40 %)
		Proportion estimée de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies(%)		
Matières recyclables (papier, carton)	15,1	18,3	17,1	16,0
Matières organiques sans boue	37,0	26,8	31,3	35,2
Boues	2,4	2,5	2,7	2,8
Bois d'œuvre et de construction	6,3	8,7	8,2	7,7
Textiles	1,3	1,1	1,0	1,0
<b>Proportion totale enfouie</b>	<b>62,1</b>	<b>57,4</b>	<b>60,3</b>	<b>62,7</b>

## RÉFÉRENCES

- Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). 2017. *Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles 2015-2020*. 264 p.
- MDDELCC. 2016. *Les gouvernements du Canada et du Québec soulignent le début de la construction des installations de biométhanisation de la Société d'économie mixte de l'est de la couronne sud (SÉMECS) inc.* Communiqué de presse. En ligne : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communiqué.asp?no=3627> Consulté le 1<sup>er</sup> novembre 2017.
- RECYC-QUÉBEC, 2017. *Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec*. En ligne : <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2015.pdf>. Consulté le 10 octobre 2017.
- Ville de Longueuil. 2017. *Traitements de la matière organique par biométhanisation et compostage*. En ligne : <https://www.longueuil.quebec/fr/biomethanisation>. Consulté le 1<sup>er</sup> novembre 2017.

### Données compilées par :

Marie-Claude Piché, WSP  
Chargée de projets Environnement

Louise Grimard, WSP  
Conseillère environnement

### Approuvé par :

Hélène Desnoyers, WSP  
Directrice de projets Environnement

## ANNEXE A

## SCÉNARIO OPTIMISTE (60 %)

### SECTEUR MUNICIPAL

Le tableau A-1 présente la répartition des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 et en 2025 pour la CMM pour le secteur municipal selon le scénario optimiste de 60 % de récupération des matières organiques (boues incluses) en 2025. Les figures A-1 et A-2 illustrent ces mêmes répartitions.

On constate que la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz du secteur municipal passe de 71,8 % du total des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 à 68 % en 2025. La quantité de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies par habitant diminuerait de 252 à 129 kg/hab. entre 2012 et 2025.

Pour les matières organiques (boues incluses) du secteur municipal, elles passeraient de 56,4 % du total des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 à 48 % en 2025. La quantité de matières organiques enfouies par habitant diminuerait de 198 à 91 kg/hab. entre 2012 et 2025.

**Tableau A-1 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM (scénario optimiste : 60 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)				2025 (projection)		
	Quantité (t) <sup>(1)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(2)</sup>	Taux de récupération (%) <sup>(3)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(4)</sup>	Taux de récupération appliquée <sup>(5)</sup> (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz							
Matières recyclables (papier, carton)	163 446	12,5	44	59,4	17,2	33	70
Matières organiques sans boue	691 686	52,9	186	12,4	45,0	85	60
Boues enfouies <sup>(6)</sup>	45 380	3,5	12	14,0 <sup>(7)</sup>	3,0	6	60
Textiles	38 000	2,9	10	1,6	2,8	5	50
Matières résiduelles non génératrices de biogaz							
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	165 815	12,7	45	45,1	12,9	24	70
RDD et produits sous REP	4 738	0,4	1	63,2	0,7	1	Aucun objectif
Encombrants, CRD, et autres (sauf textiles) <sup>(8)</sup>	198 577	15,2	53	54,0	18,4	35	70
<b>Total enfoui</b>	<b>1 307 642</b>	<b>100</b>	<b>352</b>	-	<b>100,0</b>	<b>189</b>	-

(1) Selon les figures 11 et 12 et la quantité de textile estimée à la page 107 du PMGMR (CMM, 2017).  
(2) Calculé à partir de la population de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada (cité dans le PMGMR) (CMM, 2017).  
(3) Calculé à partir des quantités récupérées versus éliminées des figures 11 et 12 et la quantité de textile estimée à la page 107 du PMGMR.  
(4) Enfouissement réel par habitant en 2012, auquel les taux de récupération considérés pour 2025 ont été appliqués (règle de 3).  
(5) Objectif de la Politique ou de la CMM, lorsque différent (scénario optimiste).  
(6) Le total des boues résiduaires est de 353 897 t, dont « un peu plus de 10 % sont enfouies » selon le PMGMR, p. 106 (CMM, 2017).  
(7) Le taux de récupération calculé considère les portions enfouies et incinérées.  
(8) Peut comprendre du bois gérés par les écocentres municipaux.

Figure A-1 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM, 2012

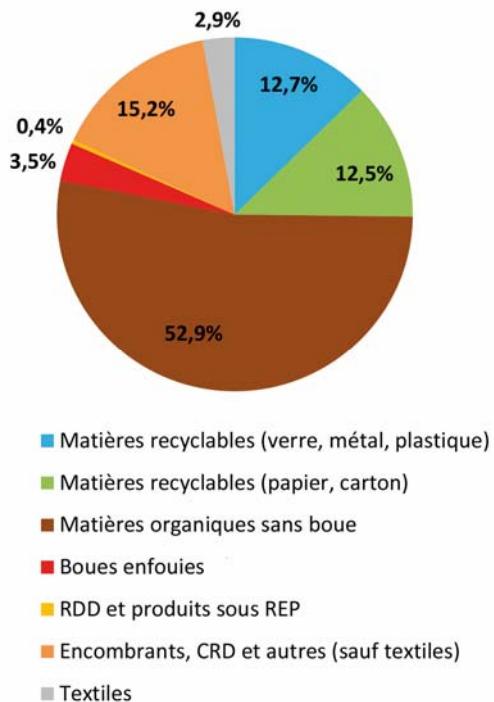
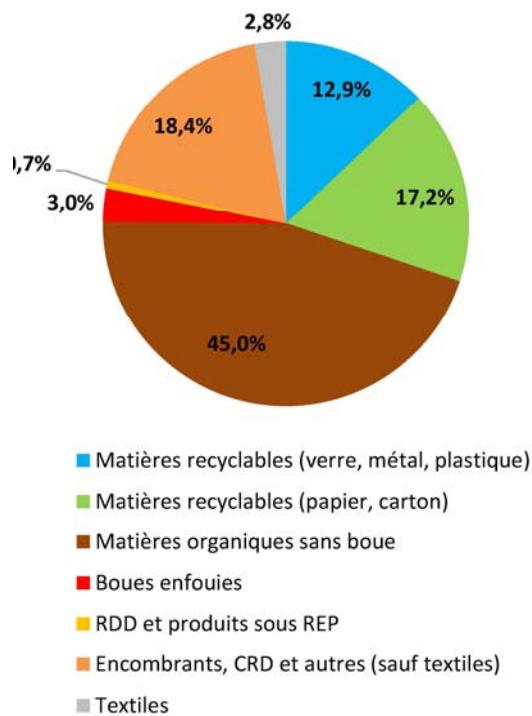


Figure A-2 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM (scénario optimiste : 60 % de récupération de matières organiques en 2025)



## SECTEURS INDUSTRIEL, COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL (ICI) ET CONSTRUCTION, RÉNOVATION, DÉMOLITION (CRD)

Toujours pour la CMM, les calculs de proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz selon un scénario de récupération des matières organiques de 60 % ont été faits pour les matières résiduelles provenant des secteurs ICI et CRD. On constate que pour ces secteurs, la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz passe de 54,1 % en 2012 à 50,3 % en 2025. La quantité de matières résiduelles génératrices de biogaz diminue pour sa part de 227 à 140 kg/hab. (voir le tableau A-2 et les figures A-3 et A-4).

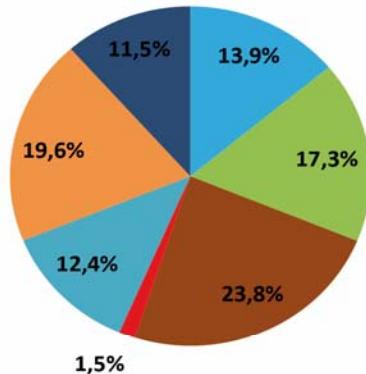
En ne considérant que les matières organiques (boues incluses) selon un scénario de récupération de 60 %, on constate que pour ces deux secteurs, leur proportion passe de 25,3 % en 2012 à 16,6 % en 2025. La quantité de matières organiques (boues incluses) diminue pour sa part de 106 à 46 kg/hab. (voir le tableau A-2 et les figures A-3 et A-4).

**Tableau A-2 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario optimiste : 60 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)			2025 (projection)			
	Quantité (t) <sup>(1)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(2)</sup>	Taux de récupération (%) <sup>(3)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(4)</sup>	Taux de récupération appliquée <sup>(5)</sup> (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz							
Matières recyclables (papier, carton)	270 869	17,3	73	58,6	19,0	53	70
Matières organiques sans boue	372 198 <sup>(6)</sup>	23,8	100	0,0	14,4	40	60
Boues enfouies	22 868 <sup>(7)</sup>	1,5	6	61,7	2,2	6	60 (déjà atteint)
Bois d'œuvre et de construction	180 239	11,5	48	64,3	14,7	41	70
Matières résiduelles non génératrices de biogaz							
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	218 098	13,9	59	26,3	8,6	24	70
Autres résidus <sup>(8)</sup>	194 505	12,4	52	50,5	11,4	32	70 <sup>(9)</sup>
Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)	307 626	19,6	83	81,8	29,7	83	70 (déjà atteint)
<b>Total enfoui</b>	<b>1 566 403</b>	<b>100,0</b>	<b>421</b>	-	<b>100,0</b>	<b>278</b>	-

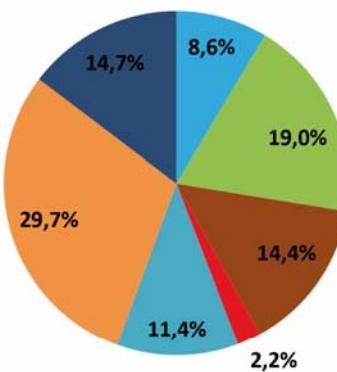
(1) Adapté de la figure 14 et selon les figures 15 et 17 du PMGMR (CMM, 2017).  
(2) Calculé à partir de la population de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada (cité dans le PMGMR) (CMM, 2017).  
(3) Calculé à partir des quantités récupérées versus éliminées des données adaptées de la figure 14 et selon les figures 15 et 17 du PMGMR (CMM, 2017).  
(4) Enfouissement réel par habitant en 2012, auquel les taux de récupération considérés pour 2025 ont été appliqués (règle de 3).  
(5) Objectif de la Politique ou de la CMM, lorsque différent (scénario optimiste).  
(6) Inclut les résidus agroalimentaires.  
(7) Boues de papetières uniquement (incinération et enfouissement confondus).  
(8) Correspond à la catégorie « Autres résidus ICI ».  
(9) L'objectif pour les CRD a été appliqué à cette catégorie.

Figure A-3 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI et CRD, territoire de la CMM, 2012



- Matières recyclables (verre, métal, plastique)
- Matières recyclables (papier, carton)
- Matières organiques sans boue
- Boues enfouies
- Autres résidus des ICI
- Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)
- Bois d'œuvre et de construction

Figure A-4 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI et CRD, territoire de la CMM (scénario optimiste : 60 % de récupération de matières organiques en 2025)



- Matières recyclables (verre, métal, plastique)
- Matières recyclables (papier, carton)
- Matières organiques sans boue
- Boues enfouies
- Autres résidus des ICI
- Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)
- Bois d'œuvre et de construction

## SECTEURS MUNICIPAL ET ICI-CRD RÉUNIS

Le tableau A-3 présente la répartition des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 et en 2025 pour la CMM pour les secteurs municipal et ICI-CRD réunis selon le scénario d'atteinte de récupération des matières organiques de 60 %. Dans ce tableau, les données des secteurs municipal (tableau A-1) et ICI-CRD (tableau A-2) ont simplement été additionnées. Les figures A-5 et A-6 illustrent ces mêmes répartitions.

On constate que la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz des secteurs municipal et ICI-CRD réunis passe de 62,1 % du total des matières résiduelles enfouies en 2012 à 57,4 % en 2025. La quantité enfouie par habitant de matières résiduelles génératrices de biogaz passe pour sa part de 479 à 268 kg/hab. entre 2012 et 2025.

Pour les matières organiques (boues incluses) des secteurs municipal et ICI-CRD réunis, leur proportion passe de 39,4 % du total des matières résiduelles enfouies en 2012 à 29,3 % en 2025. La quantité enfouie par habitant de matières organiques (boues incluses) passe pour sa part de 304 à 137 kg/hab. entre 2012 et 2025.

**Tableau A-3 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario optimiste : 60 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)		2025 (projection)		
	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.)	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.)	Taux de récupération appliqué (%)
<b>Matières résiduelles génératrices de biogaz</b>					
Matières recyclables (papier, carton)	15,1	117	18,3	85	70
Matières organiques sans boue	37,0	286	26,8	125	60
Boues enfouies	2,4	18	2,5	12	60
Autres (bois d'œuvre et de construction) <sup>(1)</sup>	6,3	48	8,7	41	70
Autres (textiles)	1,3	10	1,1	5	50
<b>Matières résiduelles non génératrices de biogaz</b>					
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	13,4	103	10,3	48	70
Autres (CRD, encombrants, RDD, etc.) (sauf textiles, bois d'œuvre et de construction) <sup>(2)</sup>	24,5	190	32,2	151	70
<b>Total enfoui</b>	<b>100,0</b>	<b>773</b>	<b>100,0</b>	<b>467</b>	-

(1) Ne comprend que le bois d'œuvre et de construction du secteur CRD. Cette catégorie de matière peut aussi se retrouver dans le secteur municipal, mais les quantités n'ont pu être estimées en raison de l'absence de données.

(2) Comprend les débris de CRD gérés par le secteur municipal et ceux du secteur bâtiment (secteur CRD) à l'exception du bois d'œuvre et de construction.

Figure A-5 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM, 2012

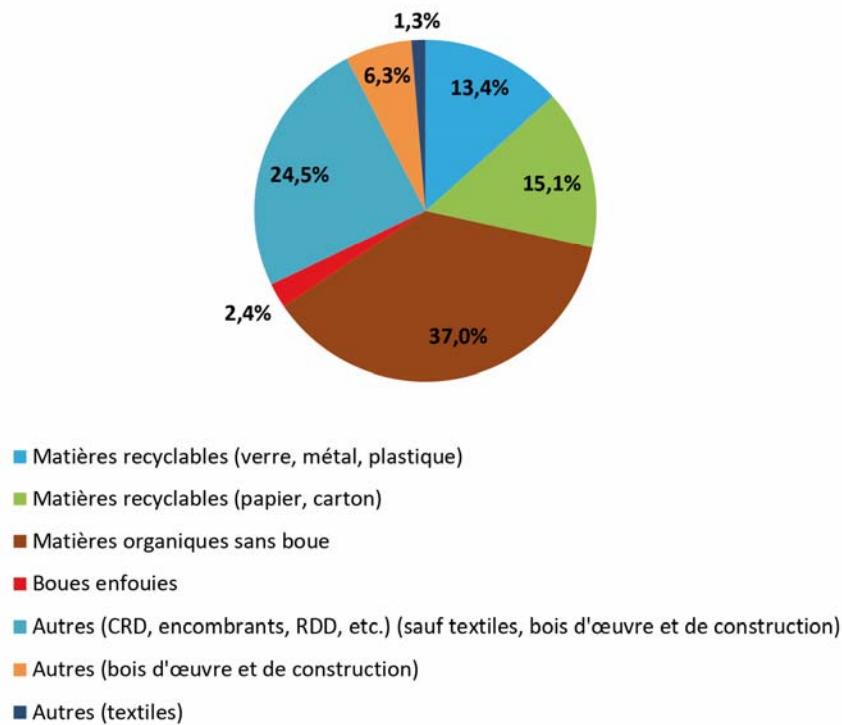
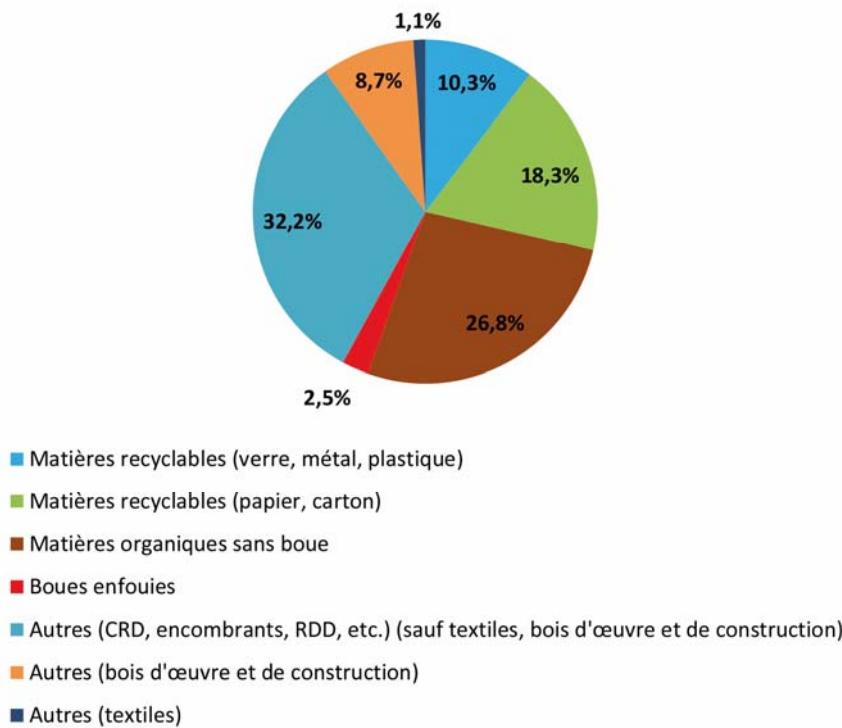


Figure A-6 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario optimiste : 60 % de récupération de matières organiques en 2025)



## SCÉNARIO CONSERVATEUR (40 %)

### SECTEUR MUNICIPAL

Le tableau A-4 présente la répartition des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 et en 2025 pour la CMM pour le secteur municipal selon le scénario conservateur de 40 % de récupération des matières organiques (boues incluses), en 2025. Les figures A-7 et A-8 illustrent ces mêmes répartitions.

On constate ainsi que la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz du secteur municipal passerait de 71,8 % du total des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 à 74,1 % en 2025. La quantité de matières résiduelles génératrices de biogaz par habitant diminuerait de 252 à 173 kg/hab. entre 2012 et 2025.

Dans le cas des matières organiques (boues incluses) du secteur municipal, leur proportion passerait de 56,4 % du total des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 à 58 % en 2025. La quantité de matières résiduelles génératrices de biogaz enfouies par habitant diminuerait de 198 à 136 kg/hab. entre 2012 et 2025.

**Tableau A-4 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM (scénario conservateur : 40 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)				2025 (projection)		
	Quantité (t) <sup>(1)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(2)</sup>	Taux de récupération (%) <sup>(3)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(4)</sup>	Taux de récupération appliquée <sup>(5)</sup> (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz							
Matières recyclables (papier, carton)	163 446	12,5	44	59,4	13,9	32	70
Matières organiques sans boue	691 686	52,9	186	12,4	54,4	127	40
Boues enfouies <sup>(6)</sup>	45 380	3,5	12	14,0 <sup>(7)</sup>	3,6	9	40
Textiles	38 000	2,9	10	1,6	2,2	5	50
Matières résiduelles non génératrices de biogaz							
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	165 815	12,7	45	45,1	10,4	24	70
RDD et produits sous REP	4 738	0,4	1	63,2	0,5	1	Aucun objectif
Encombrants, CRD, et autres (sauf textiles) <sup>(8)</sup>	198 577	15,2	53	54,0	14,9	35	70
<b>Total enfoui</b>	<b>1 307 642</b>	<b>100</b>	<b>352</b>	<b>-</b>	<b>100,0%</b>	<b>234</b>	<b>-</b>

(1) Selon les figures 11 et 12 et la quantité de textile estimée à la page 107 du PMGMR (CMM, 2017).  
(2) Calculé à partir de la population de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada (cité dans le PMGMR) (CMM, 2017).  
(3) Selon les figures 11 et 12 et la quantité de textile estimée à la page 107 du PMGMR (CMM, 2017).  
(4) Enfouissement réel par habitant en 2012, auquel les taux de récupération considérés pour 2025 ont été appliqués (règle de 3).  
(5) Objectif de la Politique ou de la CMM, lorsque différent, sauf pour les matières organiques où le taux a été réduit à 40 % (soit 20 % de moins que l'objectif de la CMM), jugé conservateur.  
(6) Selon le PMGMR (p. 106), un peu plus de 10 % des 353 897 tonnes de boues résiduaires seraient enfouies.  
(7) Le taux de récupération calculé considère les portions enfouies et incinérées.  
(8) Peut comprendre du bois gérés par les écocentres municipaux.

Figure A-7 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM, 2012

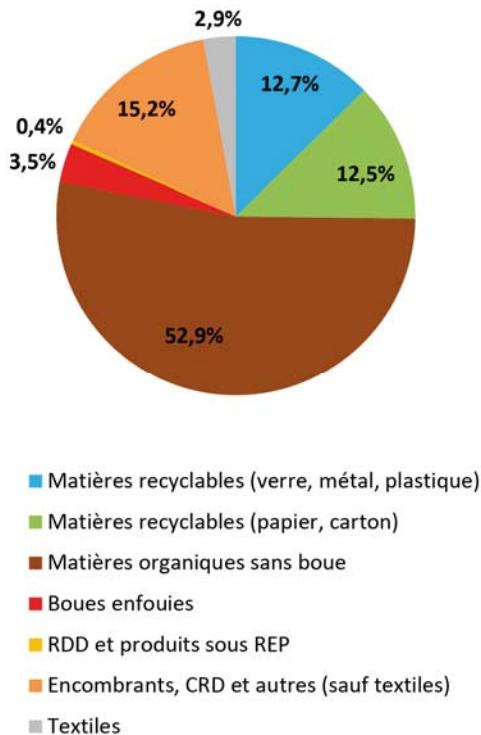
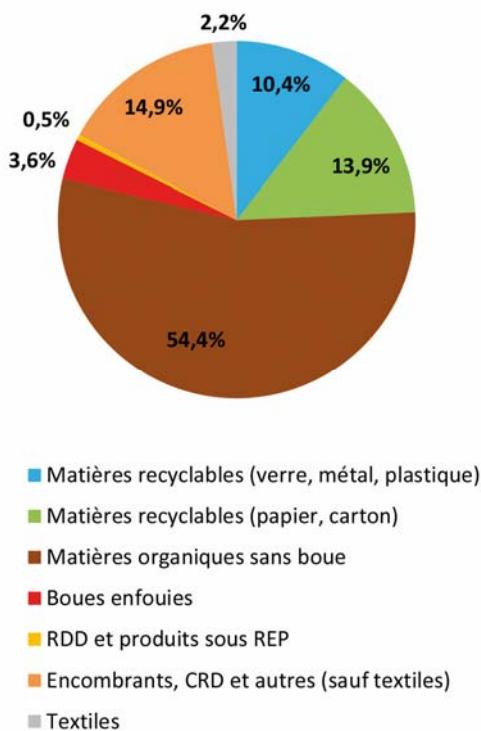


Figure A-8 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteur municipal, territoire de la CMM (scénario conservateur : 40 % de récupération de matières organiques en 2025)



## SECTEURS INDUSTRIEL, COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL (ICI) ET CONSTRUCTION, RÉNOVATION, DÉMOLITION (CRD)

Toujours pour la CMM, les calculs de proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz selon un scénario de récupération de 40 % de matières organiques ont été faits pour les matières résiduelles provenant des secteurs ICI et CRD. On constate que pour ces secteurs, la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz passe de 54,1 % en 2012 à 53,6 % en 2025. Les quantités de matières organiques diminueraient pour leur part de 227 à 160 kg/hab. entre 2012 et 2025 selon ce scénario (voir le tableau A-5 et les figures A-9 et A-10).

La proportion de matières organiques enfouies (boues incluses) pour ces secteurs passerait de 25,3 % en 2012 à 22,2 % en 2025. Les quantités de matières organiques diminueraient pour leur part de 106 à 66 kg/hab. entre 2012 et 2025 selon ce scénario (voir le tableau A-5 et les figures A-9 et A-10).

**Tableau A-5 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI et CRD, territoire de la CMM (scénario conservateur : 40 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)				2025 (projection)		
	Quantité (t) <sup>(1)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(2)</sup>	Taux de récupération (%) <sup>(3)</sup>	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.) <sup>(4)</sup>	Taux de récupération appliquée <sup>(5)</sup> (%)
<b>Matières résiduelles génératrices de biogaz</b>							
Matières recyclables (papier, carton)	270 869	17,3	73	58,6	17,7	53	70
Matières organiques sans boue	372 198 <sup>(6)</sup>	23,8	100	0,0	20,1	60	40
Boues enfouies	22 868 <sup>(7)</sup>	1,5	6	61,7	2,1	6	60 (déjà atteint)
Bois d'œuvre et de construction	180 239	<b>11,5</b>	48	64,3	13,7	41	70
<b>Matières résiduelles non génératrices de biogaz</b>							
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	218 098	13,9	59	26,3	8,0	24	70
Autres résidus <sup>(8)</sup>	194 505	12,4	52	50,5	10,6	32	70 <sup>(9)</sup>
Débris du secteur CRD (sauf bois d'œuvre et de construction)	307 626	<b>19,6</b>	83	81,8	27,8	83	70 (déjà atteint)
<b>Total enfoui</b>	<b>1 566 403</b>	<b>100,0</b>	<b>421</b>	-	<b>100,0</b>	<b>298</b>	-

(1) Adapté de la figure 14 et selon les figures 15 et 17 du PMGMR (CMM, 2017).

(2) Calculé à partir de la population de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada (cité dans le PMGMR) (CMM, 2017).

(3) Calculé à partir des quantités récupérées versus éliminées des données adaptées de la figure 14 et selon les figures 15 et 17 du PMGMR (CMM, 2017).

(4) Enfouissement réel par habitant en 2012, auquel les taux de récupération considérés pour 2025 ont été appliqués (règle de 3).

(5) Objectif de la Politique ou de la CMM, lorsque différent, sauf pour les matières organiques où le taux a été réduit à 40% (soit 20% de moins que l'objectif de la CMM), jugé conservateur.

(6) Inclut les résidus agroalimentaires.

(7) Boues de papetières uniquement (incinération et enfouissement confondus).

(8) Correspond à la catégorie « Autres résidus ICI ».

(9) L'objectif pour les CRD a été appliqué à cette catégorie.

Figure A-9 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI-CRD, territoire de la CMM, 2012

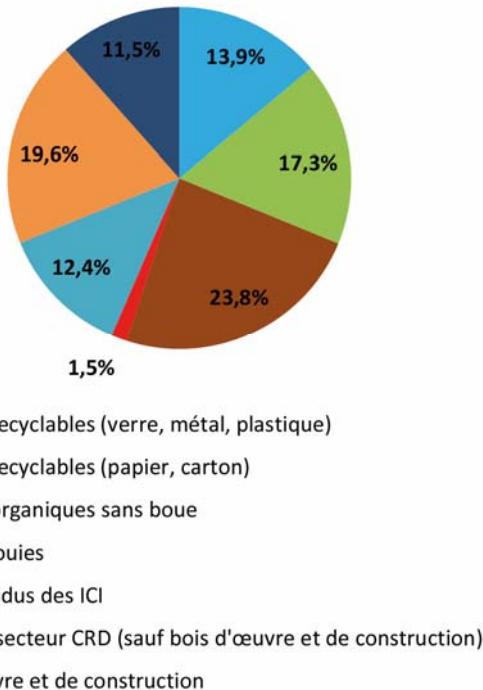
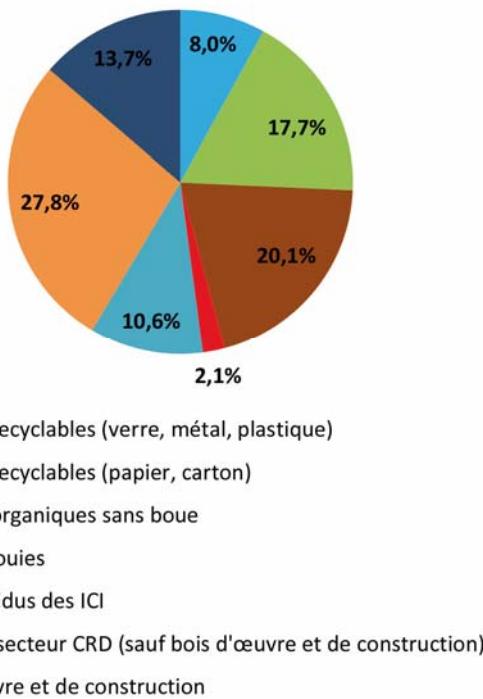


Figure A-10 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario conservateur : 40 % de récupération de matières organiques en 2025)



## SECTEURS MUNICIPAL ET ICI-CRD RÉUNIS

Le tableau A-6 présente la répartition des matières résiduelles enfouies par habitant en 2012 et en 2025 pour la CMM pour les secteurs municipal et ICI-CRD réunis selon le scénario d'atteinte de récupération des matières organiques de 40 %. Dans ce tableau, les données des secteurs municipal (tableau A-4) et ICI-CRD (tableau A-5) ont simplement été additionnées. Les figures A-11 et A-12 illustrent ces mêmes répartitions.

On constate que la proportion de matières résiduelles génératrices de biogaz des secteurs municipal et ICI-CRD réunis passe de 62,1 % du total des matières résiduelles enfouies en 2012 à 62,7 % en 2025. La quantité enfouie par habitant de matières organiques (boues incluses) passe pour sa part de 479 à 333 kg/hab. entre 2012 et 2025.

La proportion de matières organiques (boues incluses) des secteurs municipal et ICI-CRD réunis passe de 39,4 % du total des matières résiduelles enfouies en 2012 à 38 % en 2025. La quantité enfouie par habitant de matières organiques (boues incluses) passe pour sa part de 304 à 202 kg/hab. entre 2012 et 2025.

**Tableau A-6 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario conservateur : 40 % de récupération de matières organiques en 2025)**

Catégorie de matières	2012 (réel)		2025 (projection)		
	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.)	Proportion de l'enfouissement total (%)	Quantité (kg/hab.)	Taux de récupération appliqué (%)
Matières résiduelles génératrices de biogaz					
Matières recyclables (papier, carton)	15,1	117	16,0	85	70
Matières organiques sans boue	37,0	286	35,2	187	40
Boues enfouies	2,4	18	2,8	15	40
Autres (bois d'œuvre et de construction) <sup>(1)</sup>	6,3	48	7,7	41	70
Autres (textiles)	1,3	10	1,0	5	50
Matières résiduelles non génératrices de biogaz					
Matières recyclables (verre, métal, plastique)	13,4	103	9,1	48	70
Autres (CRD, encombrants, RDD, etc.) (sauf textiles, bois d'œuvre et de construction) <sup>(2)</sup>	24,5	190	28,3	151	70
<b>Total enfoui</b>	<b>100,0</b>	<b>773</b>	<b>100,0</b>	<b>532</b>	<b>-</b>

(1) Ne comprend que le bois d'œuvre et de construction du secteur CRD. Cette catégorie de matière peut aussi se retrouver dans le secteur municipal, mais les quantités n'ont pu être estimées en raison de l'absence de données.

(2) Comprend les débris de CRD gérés par le secteur municipal et ceux du secteur bâtiment (secteur CRD) à l'exception du bois d'œuvre et de construction.

Figure A-11 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM, 2012

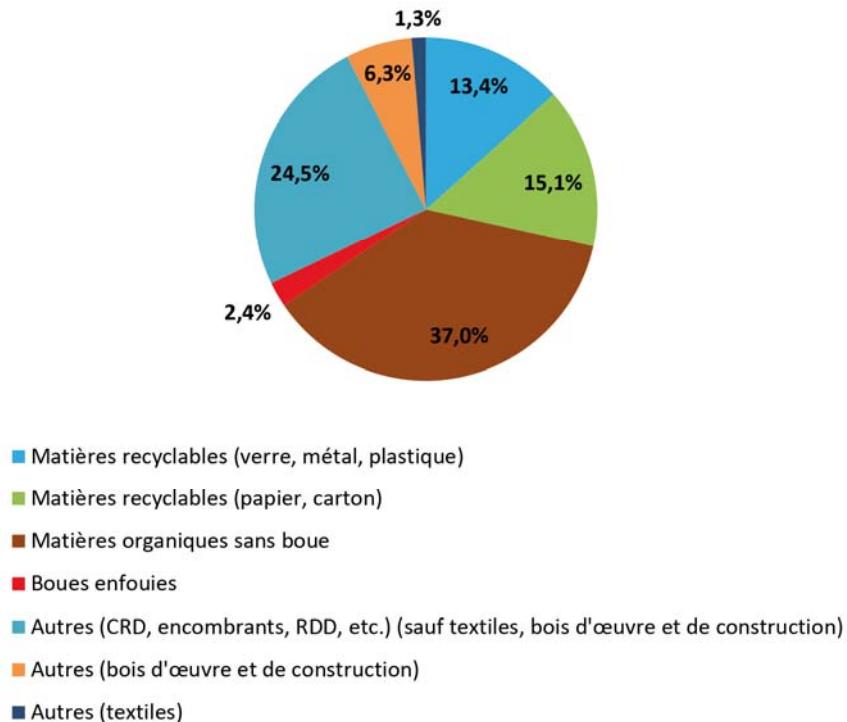


Figure A-12 : Répartition des matières résiduelles enfouies par habitant, secteurs municipal et ICI-CRD, territoire de la CMM (scénario conservateur : 40 % de récupération de matières organiques en 2025)

