

Mise à jour 2018 et 2019 de la modélisation 2017 de la génération de biogaz au LET de Lachenaie

Révision 04

Projet n° 7806.004

Présenté à :



COMPLEXE ENVIRO
CONNEXIONS

Préparé par :


Daniel Lagos, ing., M. Env.

10 novembre 2020



Biothermica Technologies Inc.
426, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec)
H2L 1J6

☎ (514) 488-3881
📠 (514) 488-3125
🌐 www.biothermica.com

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
3	RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	5
3.1	Comparaison entre la génération réelle de biogaz de 2018 et 2019 et celle prédite en 2017.....	5
3.2	Mise à jour de la modélisation de génération de biogaz avec les données réelles d'enfouissement et de captage de 2018 et de 2019	10
4	CONCLUSION	13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Données réelles de génération de biogaz 2018 et 2019	4
Tableau 2 :	Données d'enfouissement au secteur 4C	4
Tableau 3 :	Variables de modélisation optimisées par secteur – 2017.....	6
Tableau 4 :	Comparaison entre la modélisation de 2017 et les données réelles de 2018 – Avec efficacité de captage estimée en 2018	7
Tableau 5 :	Comparaison entre la modélisation de 2017 et les données réelles de 2018 et 2019 – Avec efficacités de captage évaluées en 2018 et 2019	7
Tableau 6 :	Variables de modélisation optimisées par secteur – 2018.....	11
Tableau 7 :	Variables de modélisation optimisées par secteur – 2019.....	12

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Modélisation de 2017 pour le LET et pour chaque secteur	5
Figure 2 :	Biogaz capté et nombre de puits de captage aux secteurs 1-2-3 en 2018 et 2019	8
Figure 3 :	Biogaz capté et nombre de puits de captage aux secteurs 4 en 2018 et 2019.....	8
Figure 4 :	Modélisation de 2018 pour le LET et pour chaque secteur	10
Figure 5 :	Modélisation de 2019 pour le LET et pour chaque secteur	10

ANNEXES

Annexe I : Résultats des modélisations 2017, 2018 et 2109 de la génération de biogaz

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

CEC	Complexe Enviro Connexion
CH ₄	Méthane
DDL	Déchets à dégradation lente
DDR	Déchets à dégradation rapide
F _{nDDR}	fraction DDR pour la sous-période n
g	Gramme
k	Constante cinétique de dégradation
L ₀	Potentiel de génération de méthane
LandGEM	<i>Landfill Gas Emissions Model</i>
LET	Lieu d'enfouissement technique
M	Mega (10 ⁶)
m ³	Mètre cube
MELCC	Ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Mg	Méga gramme (10 ⁶ grammes)
MO	Matière organique
MR	Matière résiduelle

1 INTRODUCTION

Le Complexe Enviro Connexion (CEC) a mandaté en 2018 Biothermica Technologies inc. (Biothermica) pour réaliser une modélisation du débit de biogaz généré par le lieu d'enfouissement technique (LET) de Lachenaie selon les données d'enfouissement et de captage de l'année 2017. Cette modélisation sert à estimer les émissions atmosphériques du LET et a été présentée au Ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) dans le cadre du projet d'agrandissement 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.

Ce rapport présente deux (2) volets :

- Comparaison entre la génération réelle de biogaz de 2018 et 2019 et celle prédite en 2017 ;
- Mise à jour de la modélisation de génération de biogaz avec les données réelles d'enfouissement et de génération de biogaz de 2018 et de 2019.

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. Le modèle génère 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_{1DDR}) ; une (1) valeur de la fraction de *DDR* pour la sous-période 2 (f_{2DDR}) ; et une (1) valeur de la fraction de *DDR* pour la sous-période 3 (f_{3DDR}). 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

Cette section présente pour les années 2018 et 2019 les données réelles de captage de biogaz et leur transformation en données de génération de biogaz ainsi que les quantités de déchets enfouis et leur équivalence en déchets putrescibles.

La méthodologie de modélisation demeure identique à celle présentée en détail dans le rapport de Biothermica « Modélisation 2017 de la génération de biogaz au LET de Lachenaie - Rev.01 » en date du 15 mai 2018. Elle inclut :

- Modèle de génération de biogaz ;
- Optimisation des variables ;
- Scénario de modélisation ;
- Choix des plages d'optimisation pour k et L_0 ;

2.1 Données réelles de génération de biogaz

CEC a fourni les données réelles de captage de biogaz pour 2018 et 2019 présentées au tableau 1. Celle-ci ont été transformées en données réelles de génération à l'aide des efficacités de captage de biogaz évaluées par Biothermica dans ses rapports « Évaluation de l'efficacité de captage au LET

Lachenaie 2017 et 2018 » en date du 31 mai 2019 et « Évaluation de l'efficacité de captage au LET Lachenaie 2019 » en date du 25 juin 2020.

Tableau 1 : Données réelles de génération de biogaz 2018 et 2019

Année	Captage total réel de biogaz au LET (Mm ³ /année)	Efficacité de captage du LET	Génération totale réelle de biogaz au LET (Mm ³ /année)
2018	117,1	95,8 %	122,2
2019	109,7	97,0 %	113,1

2.2 Données d'enfouissement

CEC a fourni les tonnages de MR enfouies au secteur 4C en 2018 et 2019 soit respectivement 1 107 108 tonnes et 1 329 815 tonnes. Ce secteur est le seul ayant un enfouissement actif depuis 2017. Ainsi, les données d'enfouissement des autres secteurs demeurent inchangées.

Les pourcentages de matières putrescibles, donc susceptible de générer du biogaz, contenus dans la MR enfouie sont demeurés les mêmes que ceux posés lors de la modélisation de 2017, soit ceux estimés dans la Note de WSP de février 2018.

Les tonnages des années 2020 et 2021 ont été ajustés pour respecter les décrets applicables et à des fins d'estimation future, une diminution annuelle de 5 000 tonnes de MR enfouie a été posée à partir de l'année 2022 jusqu'à la fin de l'enfouissement en 2028. Lors de la modélisation de 2017, ce même taux de diminution avait été posé à partir de 2018. Le tableau 2 présente ces données.

Tableau 2 : Données d'enfouissement au secteur 4C

Année	Enfouissement annuel total (tonne/an)	Fraction de matière putrescible (%)	Enfouissement annuel total PUTRESCIBLES (tonne/an)
2017	1 145 037	61,4	703 053
2018	1 107 109	61,3	678 658
2019	1 329 815	61,1	812 517
2020	1 205 185	61,0	735 163
2021	1 260 000	60,9	767 340
2022	1 255 000	60,7	761 785
2023	1 250 000	60,6	757 500
2024	1 245 000	60,4	751 980
2025	1 240 000	60,3	747 720
2026	1 235 000	60,3	744 705
2027	1 230 000	60,3	741 690
2028	1 225 000	60,3	738 675

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette section présente les résultats obtenus pour les deux (2) volets du mandat, soit la comparaison entre la génération réelle de biogaz de 2018 et 2019 et celle prédite en 2017 ainsi que la mise à jour de la modélisation de la génération de biogaz avec les données réelles d'enfouissement et de génération de biogaz de 2018 et de 2019.

3.1 Comparaison entre la génération réelle de biogaz de 2018 et 2019 et celle prédite en 2017

La figure 1 présente la modélisation de la génération de biogaz totale de 2017 pour le LET et pour chacun des secteurs. Les résultats volumiques par secteur et par année se trouvent à l'annexe I. Le tableau 1 présente les variables optimisées pour chaque secteur.

Figure 1 : Modélisation de 2017 pour le LET et pour chaque secteur

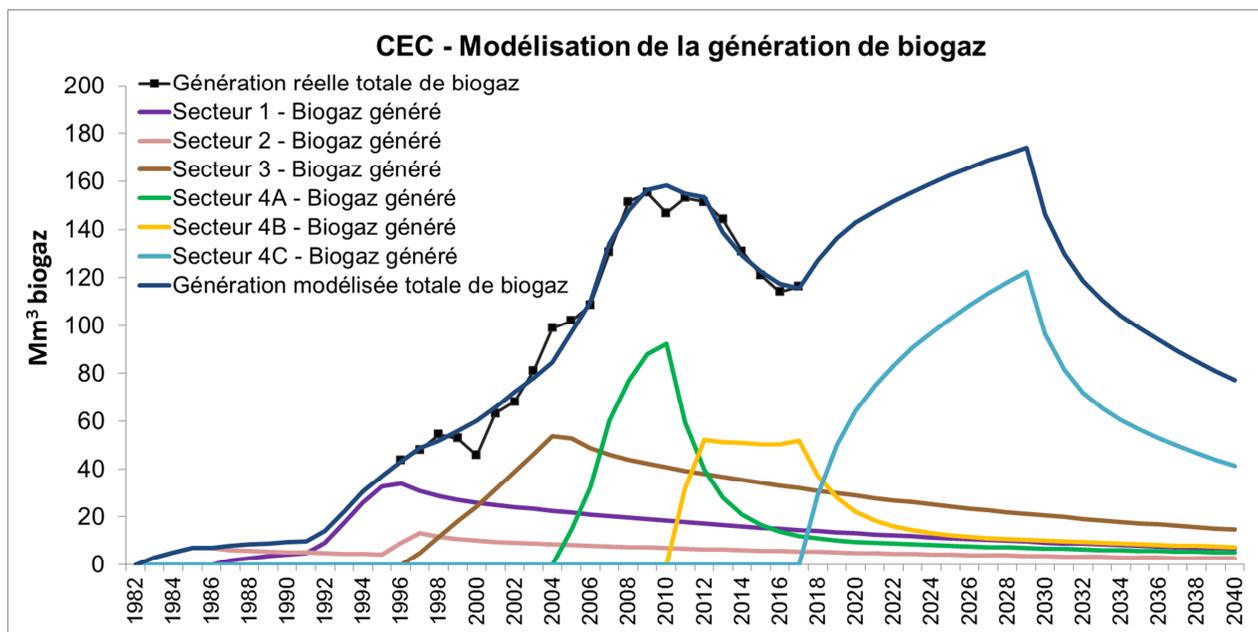


Tableau 3 : Variables de modélisation optimisées par secteur – 2017

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

Les valeurs optimisées de L_0 sont exprimés en termes de m³CH₄/Mg de matière putrescible. Certaines valeurs de $f_{n DDR}$ ne sont pas applicables, car il n'y avait pas d'enfouissement à ces secteurs pendant ces périodes.

Comme expliqué à la section 2.1, la quantité de biogaz générée se calcule à partir des données réelles de captage et dépend de la valeur de l'efficacité de captage utilisée. Lors des communications destinées au MELCC en 2018 dans le cadre de l'étude d'impact, l'évaluation de l'efficacité de captage 2018 n'étant pas encore évaluée à ce moment-là, une efficacité de captage très conservatrice de 92,0 % avait alors été estimée et utilisée dans les calculs. En mai 2019, une comparaison entre la modélisation de 2017 et les données réelles de 2018 a été réalisée avec l'efficacité de captage estimée en 2018. Le tableau 4 présente ces valeurs préliminaires.

Tableau 4 : Comparaison entre la modélisation de 2017 et les données réelles de 2018 – Avec efficacité de captage estimée en 2018

Année	Efficacité de captage utilisée	Génération totale de biogaz au LET - Prévues par la modélisation de 2017 (Mm ³ /année)	Génération totale de biogaz au LET - Réelle (Mm ³ /année)	Différence du modèle 2017 par rapport à la réalité
2018	92,0%	126,9	127,3	- 0,3 %

La modélisation de 2017 prévoyait une génération de biogaz de 126,9 Mm³ et de 136,4 Mm³ pour 2018 et 2019 respectivement. Lorsque comparées avec les données réelles de génération de 2018 et de 2019 obtenues en utilisant les efficacités de captage proprement évaluées à l'aide des émissions surfaciques de terrain, il est observé que le modèle de 2017 a surestimé la génération de biogaz de 3,8 % et de 17,9 % pour ces deux années respectivement. Voir tableau 5.

Tableau 5 : Comparaison entre la modélisation de 2017 et les données réelles de 2018 et 2019 – Avec efficacités de captage évaluées en 2018 et 2019

Année	Efficacité de captage utilisée	Génération totale de biogaz au LET - Prévues par la modélisation de 2017 (Mm ³ /année)	Génération totale de biogaz au LET - Réelle (Mm ³ /année)	Différence du modèle 2017 par rapport à la réalité
2018	95,8 %	126,9	122,2	+ 3,8 %
2019	97,0 %	136,4	115,6	+ 17,9 %

La surestimation de 3,8 % de 2018 représente un écart conforme à l'erreur attendue d'une modélisation. Concernant le grand écart de 17,9 % en 2019, des recherches et des entrevues avec les opérateurs du LET semblent indiquer qu'il serait principalement dû à certains facteurs d'opération et au détournement de l'enfouissement de la matière organique (MO).

En effet, tenant compte de l'enfouissement cumulatif grandissant entre 2017 et 2019 au secteur 4C et du taux de décroissance de production de biogaz aux secteurs 1-2-3-4A-4B, la modélisation prévoyait que le bilan global donne une quantité de biogaz généré (et donc captée) grandissante pour cette période. Les figures 2 et 3 présentent les quantités captées de biogaz pour les secteurs 1-2-3 et 4 (4A-4B-4C) en 2018 et 2019. Deux points sont observés sur ses figures :

1. une chute du captage de biogaz aux mois de septembre et octobre 2019 pour les secteurs 1-2-3 ;
2. une translation vers le bas de la tendance de captage des secteurs 4 à partir du mois de février 2019.

Figure 2 : Biogaz capté et nombre de puits de captage aux secteurs 1-2-3 en 2018 et 2019

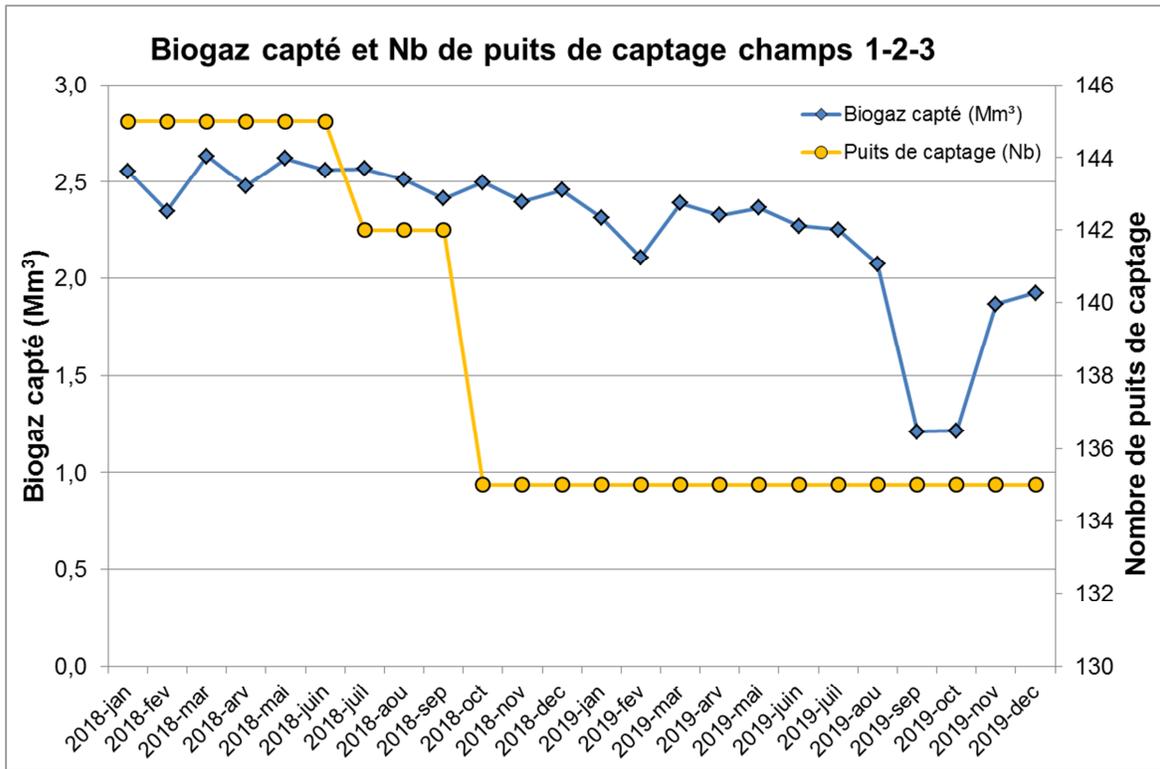
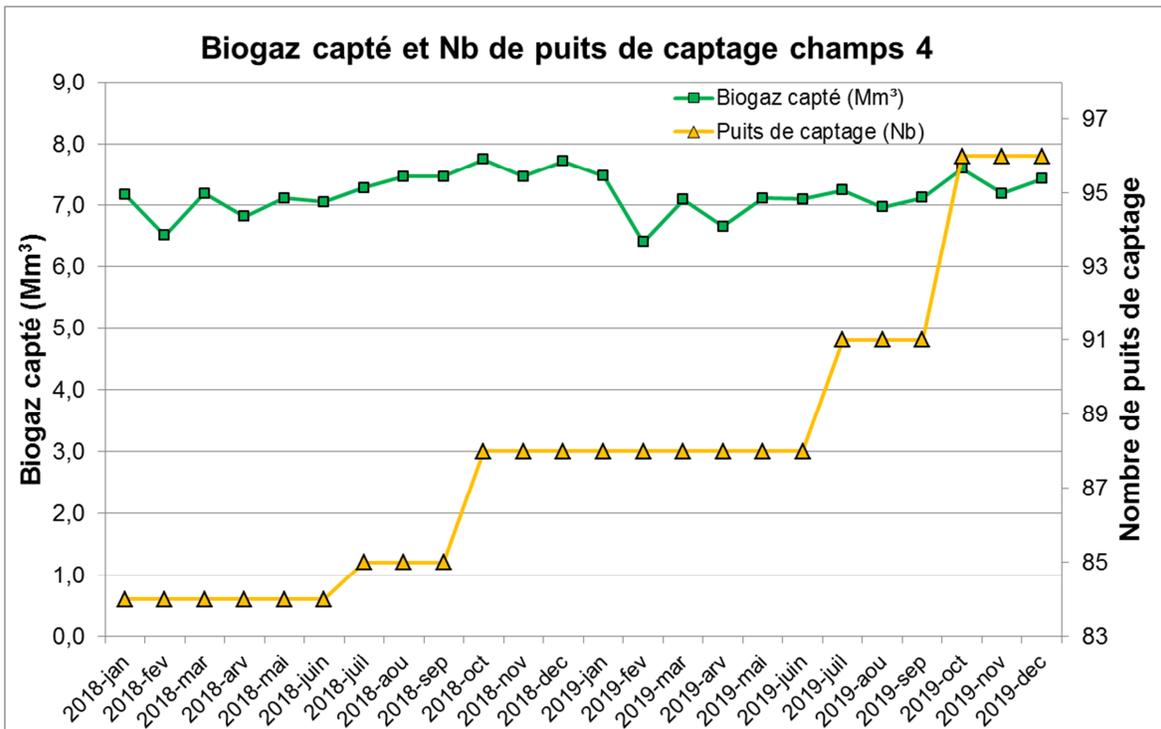


Figure 3 : Biogaz capté et nombre de puits de captage aux secteurs 4 en 2018 et 2019



Une entrevue avec Daniel Goupil, coordonnateur à l'énergie et au contrôle environnemental chez CEC, le 9 juin 2020 a permis de clarifier que la chute observée aux secteurs 1-2-3 correspond à l'arrêt du « Booster » qui transfère le biogaz capté au secteur 4A vers le secteur 3. Selon D. Goupil, il s'agit d'environ 600 CFM qui seraient enlevés du secteur 3 pour demeurer dans la collecte du secteur 4. La chute d'octobre 2019 équivaut à une baisse d'environ 260 CFM par rapport à la tendance décroissante normale. Pour ce même mois, un gain d'environ 350 CFM est observé aux secteurs 4. Cette comparaison indique qu'en effet ce qui est perdu au collecteur des secteurs 1-2-3 est gagné au collecteur des secteurs 4. Ainsi, sur une base globale, le « Booster » agit comme un vase versant qui n'explique pas la diminution de la courbe totale de captage pour le LET en 2019 par rapport à 2018.

La translation vers le bas de la tendance de captage des secteurs 4 à partir du mois de février 2019 par rapport à 2018 s'explique selon D. Goupil par le fait que les travaux d'ajout des éléments de captage le plus significatifs au secteur 4C se sont déroulés principalement au cours du dernier trimestre 2019. Ces travaux incluent l'ajout des puits de captage ainsi que l'installation des drains sacrificiels très performants dans les zones en remplissage. Ainsi, lors des deux (2) ou trois (3) premiers trimestres de 2019 les phénomènes de saturation d'eau dans les puits verticaux combinés avec la perte des drains sacrificiels, peuvent expliquer la baisse de captage de 2019 relativement à 2018.

Ainsi, lors des deux (2) ou trois (3) premiers trimestres de 2019, les phénomènes de saturation d'eau dans les puits verticaux combinés avec la perte des drains sacrificiels, peuvent expliquer la différence entre les volumes de biogaz captés en 2019 par rapport à ceux de 2018. La période avant l'installation des éléments de captage à la fin de 2019 pourrait aussi être responsable d'une certaine accumulation de biogaz dans la masse de déchets saturée. Cette accumulation pourra être validée ultérieurement par une augmentation du captage en début de 2020.

D. Goupil soulevé également l'impact sur la génération de biogaz causé par le détournement des MO depuis avril 2018 et jusqu'à novembre 2019 vers les cellules nord et sud situés à l'extérieur du secteur 4C dans le cadre du projet BAAS, soit une quantité de 25 992 tonnes de MO¹. La cellule nord serait actuellement ouverte pour l'enfouissement. La cellule sud serait actuellement fermée, mais son captage vers le collecteur du secteur 4 n'aurait débuté que vers la fin de 2019. Cette quantité détournée correspond aux MO provenant de deux (2) municipalités, soit Terrebonne et Mascouche.

Cependant, de manière générale, la diminution des MO enfouies est aussi attribuable aux autres MR de provenance municipale. Cela s'explique par les programmes de collecte des résidus organiques à des fins de compostage des municipalités. Le pourcentage de MR enfouies au CEC assujetties à ce détournement de MO est estimé par le CEC à environ 50%.

¹ Dates et quantités validées par Simon Jeannotte lors d'une entrevue la semaine du 8 juin 2020.

3.2 Mise à jour de la modélisation de génération de biogaz avec les données réelles d'enfouissement et de captage de 2018 et de 2019

Les figures 4 et 5 et les tableaux 6 et 7 présentent la mise à jour des modélisations de la génération de biogaz pour 2018 et 2019 avec les nouvelles données d'efficacité de captage, d'enfouissement et de captage réel de biogaz. Les résultats volumiques par secteur et par année se trouvent à l'annexe I.

Figure 4 : Modélisation de 2018 pour le LET et pour chaque secteur

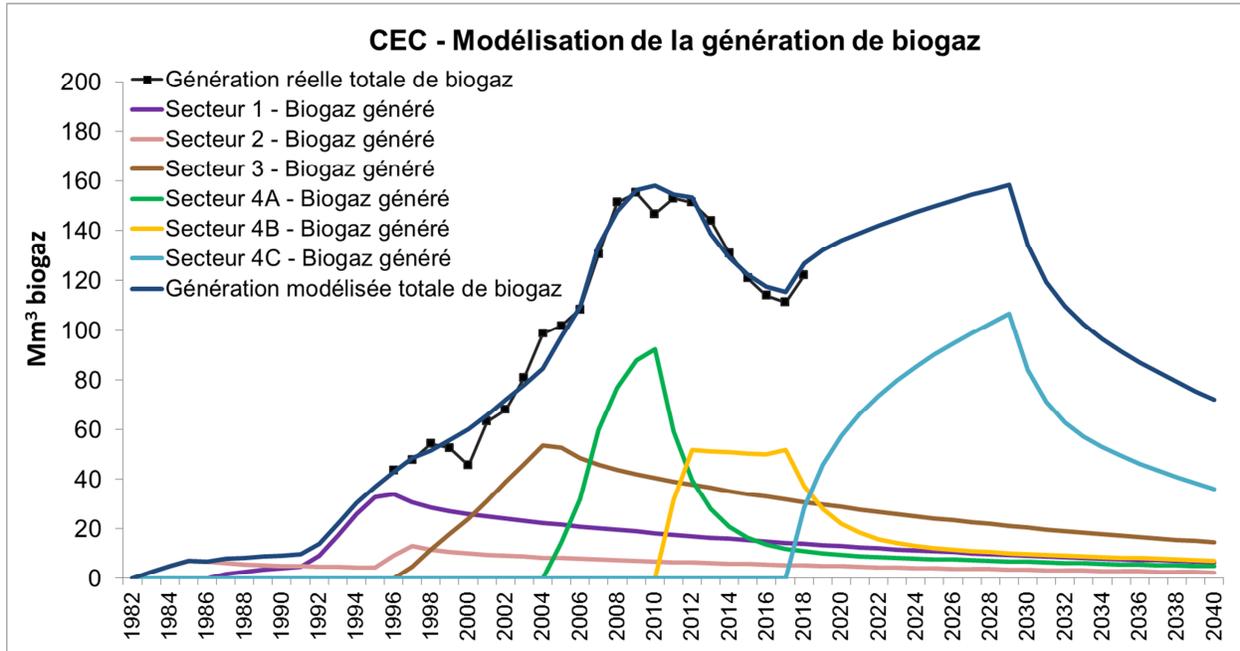


Figure 5 : Modélisation de 2019 pour le LET et pour chaque secteur

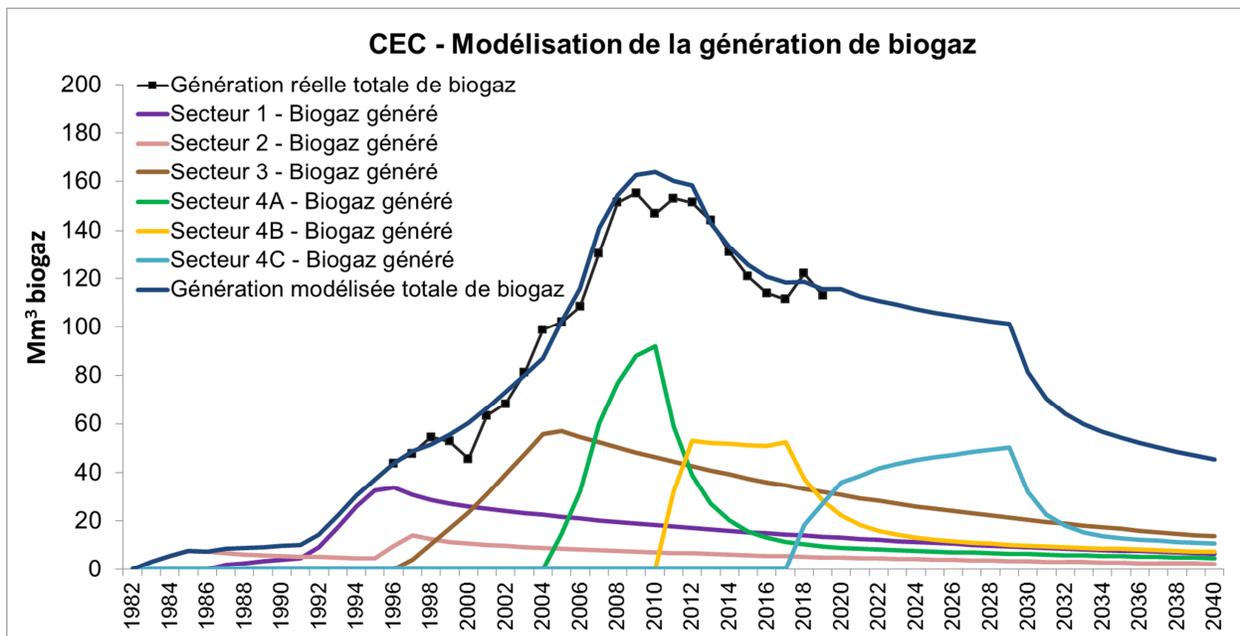


Tableau 6 : Variables de modélisation optimisées par secteur – 2018

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

La mise à jour de la modélisation avec les données de 2018 donne les mêmes variables optimisées k et L_0 que celles de 2017. La courbe de génération du secteur 4C montre un léger ajustement à la baisse expliqué par :

- la mise à jour du tonnage de matière enfouie pour l'année 2018 qui est passée de 1 270 000 tonnes (estimée lors de la modélisation 2017) à 1 107 109 tonnes (quantité réelle de 2018) ;
- l'efficacité de captage pour 2017 qui est passée de 92,0 % (estimée lors de la modélisation 2017) à 96,0 % (évaluation réelle).

Ainsi, le sommet de la production de biogaz de 2029 passe de 173,9 Mm³ à 158,4 Mm³ par rapport à la modélisation de 2017.

Tableau 7 : Variables de modélisation optimisées par secteur – 2019

Secteur	k optimisé (an ⁻¹)		L ₀ optimisé (m ³ CH ₄ /Mg)		Fraction DDR optimisée (%)		Sous-période
	k _{DDR}		L _{0 DDR}		f _{1DDR}		
1	k _{DDR}	0,70	L _{0 DDR}	63	f _{1DDR}	10	1982-2005
	k _{DDL}	0,03	L _{0 DDL}	241	f _{2DDR}	n.a.	2006-2011
					f _{3DDR}	n.a.	2012-2040
2	k _{DDR}	0,70	L _{0 DDR}	65	f _{1DDR}	10	1982-2005
	k _{DDL}	0,04	L _{0 DDL}	241	f _{2DDR}	n.a.	2006-2011
					f _{3DDR}	n.a.	2012-2040
3	k _{DDR}	0,10	L _{0 DDR}	42	f _{1DDR}	10	1982-2005
	k _{DDL}	0,04	L _{0 DDL}	241	f _{2DDR}	n.a.	2006-2011
					f _{3DDR}	n.a.	2012-2040
4A	k _{DDR}	0,53	L _{0 DDR}	105	f _{1DDR}	31	1982-2005
	k _{DDL}	0,03	L _{0 DDL}	111	f _{2DDR}	60	2006-2011
					f _{3DDR}	n.a.	2012-2040
4B	k _{DDR}	0,48	L _{0 DDR}	94	f _{1DDR}	n.a.	1982-2005
	k _{DDL}	0,03	L _{0 DDL}	94	f _{2DDR}	60	2006-2011
					f _{3DDR}	30	2012-2040
4C	k _{DDR}	0,70	L _{0 DDR}	44	f _{1DDR}	n.a.	1982-2005
	k _{DDL}	0,03	L _{0 DDL}	94	f _{2DDR}	n.a.	2006-2011
					f _{3DDR}	60	2012-2040

La mise à jour de la modélisation avec les données de 2019 donne sensiblement les mêmes variables optimisées k et L_0 que celles de 2017 pour les secteurs 1, 2, 4A, 4B et à la limite également pour le secteur 3. Cependant, les potentiels de génération de méthane L_0 sont significativement réduits pour le secteur 4C. La courbe de génération du secteur 4C montre alors un grand ajustement à la baisse expliqué par les conditions d'opération soulevées à la section 3.1. Ainsi, le sommet de la production de biogaz de 2029 chute de 158,4 Mm³ à 101,4 Mm³ par rapport à la modélisation de 2018.

4 CONCLUSION

En mai 2019, une comparaison entre la génération réelle de biogaz de 2018 et celle prédite pour cette même année par le modèle de 2017 a été réalisée. À ce moment-là seulement une estimation de l'efficacité de captage du LET était disponible, soit une valeur très conservatrice de 92,0 %. Cette comparaison a montré que le modèle sous-estimait la production de biogaz en 2018 de 0,3 % par rapport à la réalité. Lorsque l'efficacité de captage de 2018 a été proprement évaluée à l'aide des relevés surfaciques de méthane, soit à une valeur de 95,8 %, la comparaison a montré que le modèle de 2017 surestimait la production de biogaz de 2018 de 3,8 % par rapport à la réalité. Cette surestimation correspond à l'ordre d'erreur attendue pour une modélisation. Ainsi, le modèle de génération de biogaz paramétré en 2017 donne des résultats conservateurs lorsqu'on le compare avec la production réelle de 2018.

La mise à jour de la modélisation de la génération de biogaz pour 2018 avec les nouvelles données d'efficacité de captage, d'enfouissement et de captage réel de biogaz montre une légère baisse de la production future relativement à la modélisation de 2017. Cela est dû à la mise à jour du tonnage de matière enfouie pour l'année 2018 qui est passée de 1 270 000 tonnes (estimée lors de la modélisation 2017) à 1 107 109 tonnes (quantité réelle de 2018) ainsi qu'à l'efficacité de captage pour 2017 qui est passée de 92,0 % (estimée lors de la modélisation 2017) à 96,0 % (évaluation réelle). Le sommet de la production de biogaz de 2029 diminue ainsi de 173,9 Mm³ à 158,4 Mm³ par rapport à la modélisation de 2017.

En mai 2020, une comparaison entre la génération réelle de biogaz de 2019 et celle prédite pour cette même année par le modèle de 2017 a été réalisée. Une efficacité de captage proprement évaluée à l'aide des relevés surfaciques de méthane, soit une valeur de 97,0 %, a été utilisée. Cette comparaison a montré que le modèle de 2017 surestimait la production de biogaz de 2019 de 17,9 % par rapport à la réalité. Des recherches et des entrevues avec les opérateurs du LET ont indiqué que cette grande différence peut s'expliquer en partie par des facteurs d'opération principalement reliés à l'installation d'éléments de captage dans le secteur 4C. En effet, principalement au dernier trimestre 2019 se sont déroulés les grands travaux qui incluaient l'ajout des puits de captage ainsi que l'installation des drains sacrificiels très performants dans les zones en remplissage. Ainsi, pendant les deux (2) ou trois (3) premiers trimestres de 2019 des problèmes de saturation d'eau ont prescrit la mise en place de ces nouveaux éléments dans le but d'améliorer le captage du biogaz et maintenir une efficacité de captage adéquate.

Le détournement des MO du secteur 4C vers le projet BAAS entre avril 2018 et novembre 2019 ainsi que les tendances de détournement de la MO dû aux programmes de compostage des municipalités contribuent à la baisse de génération de biogaz en 2019.

Dû à la quantité de biogaz capté en 2019 nettement inférieure à celle attendue, le modèle de génération de biogaz paramétré en 2017 donne des résultats très conservateurs lorsqu'on le compare avec la production réelle de 2019.

La mise à jour de la modélisation de la génération de biogaz pour 2019 réduit significativement la production future de biogaz dû à la réduction de la quantité réelle de biogaz captée cette même année et dû aux effets du détournement des MO. Le modèle ajuste la production future en réduisant le potentiel de génération de méthane L_0 du secteur 4C. Il est recommandé d'effectuer à chaque année une mise à jour du modèle prédictif de la génération de biogaz afin de bien cerner l'impact du détournement des MO à l'enfouissement et vérifier si la baisse marquée observée en 2019 se maintient.

ANNEXE I

Résultats des modélisations 2017, 2018 et 2109 de la génération de biogaz

Biogaz généré (Mm ³ /année) selon la modélisation de 2017							
Année	Secteur						Somme des secteurs
	1	2	3	4A	4B	4C	
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
1984	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
1985	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
1986	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
1987	1,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
1988	2,7	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
1989	3,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
1990	4,1	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3
1991	4,8	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
1992	9,3	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1
1993	17,4	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0
1994	25,9	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3
1995	32,7	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1
1996	33,9	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	43,1
1997	30,7	13,1	4,9	0,0	0,0	0,0	48,6
1998	28,6	11,5	11,6	0,0	0,0	0,0	51,7
1999	27,2	10,6	18,0	0,0	0,0	0,0	55,8
2000	26,0	10,0	24,3	0,0	0,0	0,0	60,3
2001	25,0	9,5	31,3	0,0	0,0	0,0	65,9
2002	24,1	9,1	39,0	0,0	0,0	0,0	72,2
2003	23,3	8,8	46,2	0,0	0,0	0,0	78,3
2004	22,5	8,5	53,7	0,0	0,0	0,0	84,7
2005	21,7	8,2	52,8	14,8	0,0	0,0	97,5
2006	21,0	7,9	48,8	31,9	0,0	0,0	109,6
2007	20,3	7,7	46,0	60,1	0,0	0,0	134,0
2008	19,6	7,4	43,9	76,8	0,0	0,0	147,7
2009	18,9	7,2	42,2	88,0	0,0	0,0	156,3
2010	18,3	6,9	40,6	92,4	0,0	0,0	158,2
2011	17,7	6,7	39,2	59,5	31,7	0,0	154,7
2012	17,1	6,5	37,8	39,8	52,1	0,0	153,3
2013	16,5	6,2	36,6	28,0	51,3	0,0	138,6
2014	16,0	6,0	35,3	20,8	50,9	0,0	129,1
2015	15,5	5,8	34,1	16,5	50,4	0,0	122,3
2016	14,9	5,6	33,0	13,8	50,2	0,0	117,5
2017	14,4	5,5	31,9	12,0	51,8	0,0	115,6
2018	14,0	5,3	30,8	10,9	37,2	28,8	126,9
2019	13,5	5,1	29,8	10,1	28,0	49,9	136,4
2020	13,0	4,9	28,8	9,5	22,2	64,2	142,7
2021	12,6	4,8	27,8	9,1	18,4	74,8	147,5
2022	12,2	4,6	26,9	8,7	15,9	83,4	151,7
2023	11,8	4,4	26,0	8,4	14,3	90,7	155,6
2024	11,4	4,3	25,1	8,1	13,1	97,2	159,2
2025	11,0	4,2	24,3	7,9	12,3	103,0	162,5
2026	10,6	4,0	23,5	7,6	11,6	108,3	165,7

Biogaz généré (Mm ³ /année) selon la modélisation de 2017							
Année	Secteur						Somme des secteurs
	1	2	3	4A	4B	4C	
2027	10,3	3,9	22,7	7,4	11,1	113,3	168,6
2028	9,9	3,8	21,9	7,2	10,7	118,0	171,4
2029	9,6	3,6	21,2	6,9	10,3	122,3	173,9
2030	9,3	3,5	20,5	6,7	9,9	96,4	146,3
2031	9,0	3,4	19,8	6,5	9,6	81,4	129,7
2032	8,7	3,3	19,2	6,3	9,3	72,0	118,7
2033	8,4	3,2	18,5	6,2	9,0	65,5	110,7
2034	8,1	3,1	17,9	6,0	8,8	60,5	104,3
2035	7,8	3,0	17,3	5,8	8,5	56,4	98,8
2036	7,6	2,9	16,7	5,6	8,2	52,8	93,8
2037	7,3	2,8	16,2	5,5	8,0	49,6	89,3
2038	7,1	2,7	15,6	5,3	7,8	46,6	85,0
2039	6,8	2,6	15,1	5,1	7,5	43,9	81,0
2040	6,6	2,5	14,6	5,0	7,3	41,3	77,3

Biogaz généré (Mm ³ /année) selon la modélisation de 2018							
Année	Secteur						Somme des secteurs
	1	2	3	4A	4B	4C	
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
1984	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
1985	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
1986	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
1987	1,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
1988	2,7	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
1989	3,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
1990	4,1	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3
1991	4,8	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
1992	9,3	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1
1993	17,4	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0
1994	25,9	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3
1995	32,7	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0
1996	33,9	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	43,1
1997	30,7	13,1	4,9	0,0	0,0	0,0	48,6
1998	28,6	11,5	11,6	0,0	0,0	0,0	51,7
1999	27,2	10,6	18,0	0,0	0,0	0,0	55,8
2000	26,0	10,0	24,3	0,0	0,0	0,0	60,3
2001	25,0	9,5	31,3	0,0	0,0	0,0	65,9
2002	24,1	9,1	39,0	0,0	0,0	0,0	72,2
2003	23,3	8,8	46,2	0,0	0,0	0,0	78,3
2004	22,5	8,5	53,7	0,0	0,0	0,0	84,7
2005	21,7	8,2	52,8	14,8	0,0	0,0	97,5
2006	21,0	7,9	48,8	31,9	0,0	0,0	109,6
2007	20,3	7,7	46,0	60,1	0,0	0,0	134,0
2008	19,6	7,4	43,9	76,8	0,0	0,0	147,7
2009	18,9	7,2	42,2	88,0	0,0	0,0	156,3
2010	18,3	6,9	40,6	92,4	0,0	0,0	158,2
2011	17,7	6,7	39,2	59,5	31,7	0,0	154,7
2012	17,1	6,5	37,8	39,8	52,1	0,0	153,3
2013	16,5	6,2	36,6	28,0	51,3	0,0	138,6
2014	16,0	6,0	35,3	20,8	50,9	0,0	129,1
2015	15,4	5,8	34,1	16,5	50,4	0,0	122,3
2016	14,9	5,6	33,0	13,8	50,2	0,0	117,5
2017	14,4	5,4	31,9	12,0	51,8	0,0	115,6
2018	13,9	5,3	30,8	10,9	37,2	28,8	126,9
2019	13,5	5,1	29,8	10,1	28,0	45,9	132,3
2020	13,0	4,9	28,8	9,5	22,2	57,6	136,0
2021	12,6	4,8	27,8	9,1	18,4	66,4	139,1
2022	12,2	4,6	26,9	8,7	15,9	73,6	142,0
2023	11,8	4,4	26,0	8,4	14,3	79,8	144,7
2024	11,4	4,3	25,1	8,1	13,1	85,3	147,4
2025	11,0	4,2	24,3	7,9	12,3	90,3	149,9
2026	10,6	4,0	23,5	7,6	11,6	94,9	152,2

Biogaz généré (Mm ³ /année) selon la modélisation de 2018							
Année	Secteur						Somme des secteurs
	1	2	3	4A	4B	4C	
2027	10,3	3,9	22,7	7,4	11,1	99,1	154,4
2028	9,9	3,7	21,9	7,2	10,7	103,1	156,5
2029	9,6	3,6	21,2	6,9	10,3	106,8	158,4
2030	9,3	3,5	20,5	6,7	9,9	84,2	134,1
2031	9,0	3,4	19,8	6,5	9,6	71,2	119,5
2032	8,7	3,3	19,2	6,3	9,3	63,0	109,7
2033	8,4	3,2	18,5	6,2	9,0	57,3	102,6
2034	8,1	3,1	17,9	6,0	8,7	53,0	96,8
2035	7,8	3,0	17,3	5,8	8,5	49,4	91,8
2036	7,6	2,9	16,7	5,6	8,2	46,3	87,3
2037	7,3	2,8	16,2	5,5	8,0	43,4	83,1
2038	7,1	2,7	15,6	5,3	7,7	40,8	79,2
2039	6,8	2,6	15,1	5,1	7,5	38,4	75,6
2040	6,6	2,5	14,6	5,0	7,3	36,2	72,1

Biogaz généré (Mm ³ /année) selon la modélisation de 2019							
Année	Secteur						Somme des secteurs
	1	2	3	4A	4B	4C	
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
1984	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
1985	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
1986	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
1987	1,9	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6
1988	2,7	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
1989	3,4	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3
1990	4,1	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
1991	4,8	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
1992	9,3	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4
1993	17,4	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3
1994	25,9	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	30,6
1995	32,7	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	37,3
1996	33,9	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	43,8
1997	30,7	14,1	4,1	0,0	0,0	0,0	48,9
1998	28,6	12,5	10,3	0,0	0,0	0,0	51,4
1999	27,2	11,5	16,9	0,0	0,0	0,0	55,5
2000	26,0	10,8	23,6	0,0	0,0	0,0	60,4
2001	25,0	10,2	31,2	0,0	0,0	0,0	66,4
2002	24,1	9,8	39,4	0,0	0,0	0,0	73,2
2003	23,3	9,4	47,4	0,0	0,0	0,0	80,1
2004	22,5	9,0	55,8	0,0	0,0	0,0	87,2
2005	21,7	8,7	57,0	14,8	0,0	0,0	102,2
2006	21,0	8,3	54,7	31,9	0,0	0,0	115,9
2007	20,3	8,0	52,4	60,2	0,0	0,0	140,9
2008	19,6	7,7	50,3	76,8	0,0	0,0	154,5
2009	18,9	7,4	48,2	87,9	0,0	0,0	162,5
2010	18,3	7,2	46,3	92,1	0,0	0,0	163,8
2011	17,7	6,9	44,4	58,7	32,3	0,0	160,0
2012	17,1	6,6	42,6	38,9	53,0	0,0	158,3
2013	16,5	6,4	40,9	27,1	52,2	0,0	143,1
2014	16,0	6,2	39,2	20,0	51,7	0,0	133,1
2015	15,4	5,9	37,6	15,7	51,1	0,0	125,8
2016	14,9	5,7	36,1	13,1	50,9	0,0	120,7
2017	14,4	5,5	34,7	11,4	52,5	0,0	118,4
2018	13,9	5,3	33,3	10,3	37,6	18,2	118,6
2019	13,5	5,1	32,0	9,5	28,2	27,3	115,6
2020	13,0	4,9	30,7	9,0	22,3	35,8	115,8
2021	12,6	4,7	29,4	8,6	18,5	38,8	112,6
2022	12,2	4,5	28,3	8,2	16,0	41,7	110,9
2023	11,8	4,4	27,1	7,9	14,3	43,7	109,2
2024	11,4	4,2	26,1	7,7	13,1	45,1	107,6
2025	11,0	4,1	25,0	7,4	12,3	46,3	106,1
2026	10,6	3,9	24,0	7,2	11,6	47,4	104,7
2027	10,3	3,8	23,1	7,0	11,1	48,3	103,5

Biogaz généré (Mm³/année) selon la modélisation de 2019							
Année	Secteur						Somme des secteurs
	1	2	3	4A	4B	4C	
2028	9,9	3,6	22,2	6,8	10,7	49,3	102,4
2029	9,6	3,5	21,3	6,6	10,3	50,2	101,4
2030	9,3	3,4	20,5	6,4	9,9	32,0	81,3
2031	9,0	3,2	19,6	6,2	9,6	22,7	70,3
2032	8,7	3,1	18,9	6,0	9,3	17,9	63,9
2033	8,4	3,0	18,1	5,8	9,0	15,4	59,7
2034	8,1	2,9	17,4	5,6	8,7	13,9	56,7
2035	7,8	2,8	16,7	5,5	8,5	13,0	54,2
2036	7,6	2,7	16,1	5,3	8,2	12,3	52,2
2037	7,3	2,6	15,4	5,2	8,0	11,8	50,3
2038	7,1	2,5	14,8	5,0	7,7	11,4	48,5
2039	6,8	2,4	14,2	4,9	7,5	11,1	46,9
2040	6,6	2,3	13,7	4,7	7,3	10,7	45,3